

Die Wasserversorgung der Stadt Iglau.

Von Arthur Oelwein, Ober-Inspektor der k. k. österr. Staatsbahnen.

(Mit Zeichnungen auf Tafel XV—XVIII.)

Statistische und meteorologische Angaben.

Die Stadt Iglau, an der Iglava gelegen, hat eine Bevölkerung von rund 23 000 Seelen.*) Die Iglava und der in dieselbe mündende Iglbach fließen in einer tiefeingeschnittenen Terrainfurche; der Marktplatz der Stadt (Mariensäule) liegt 52 m, die Geistgasse und die Umgebung des Exerzierplatzes, die als die höchstgelegenen Stadttheile bezeichnet werden können, liegen 56 m über der Thalsole. Die Stadt selbst ist auf dem gegen die Thalfurche ziemlich stark abfallenden Terrain erbaut.

Die Stadt ist nur in einzelnen Strassen kanalisirt. Die Fäkal- und Abfallstoffe werden in Senkgruben gesammelt und ist in den letzten Jahren auch das Tonnensystem vereinzelt eingeführt worden.

Die Stadt liegt am höchsten Punkte 529·6 m über dem adriatischen Meere.

Die mittlere Temperatur des Ortes beträgt nach Chavanne nur 6—7° C.**); Iglau hat somit eine mittlere Jahrestemperatur wie Klagenfurt.

Die Niederschlagsmenge betrug im 10jährigen Jahresmittel 579·5 mm und nach Abschlag der Maxima und Minima 538·1 mm.

Diese Niederschlagsmenge vertheilt sich im Mittel aus 10jährigen Beobachtungen auf die einzelnen Monate:

Monat	durchschnittlich in Millimeter	nach Abschlag der Maxima und Minima in Millimeter	Monat	durchschnittlich in Millimeter	nach Abschlag der Maxima und Minima in Millimeter
Jänner	22·5	22·5	Juli	78·9	79·1
Februar	30·4	30·4	August	69·4	68·6
März	36·0	36·0	September . . .	45·9	40·7
April	36·2	36·2	October	41·8	36·8
Mai	64·1	53·7	November . . .	33·0	30·2
Juni	76·5	60·2	December . . .	44·8	43·7
			im Mittel . . .	48·3	44·9

Die Zahl der Regen- und Nebeltage ist eine sehr hohe und beträgt im 10jährigen Mittel pro anno 170·6 (47%) Regen- und Nebeltage. Die Vertheilung auf die einzelnen Monate war eine sehr gleichmässige und schwankte zwischen 12·2—12·9 Tagen pro Monat im September, Februar und Jänner, und 15·0—15·5 Tagen pro Monat in den übrigen Monaten.

Geologische Formation.

Iglau und Umgebung gehört der krystallinischen und speziell der Gneis-Formation an. Der Gneis tritt stellenweise zu Tage, sonst ist er von wasserdurchlässigen Lössschichten überlagert.

*) Nach der letzten Volkszählung vom Jahre 1880 22 378 Seelen, und zwar 18 745 Deutsche und 3633 Slaven.

**) Wien und Prag haben 10—11° C., Brünn 9—10° C.

Beim Bau des Kühlturmes im Röhrenteich wurde oben eine Schlammsschicht von 1·7 m, dann Löss von 1·5 m, dann verwitterter Gneis von 0·7 m Mächtigkeit aufgeschlossen; das darunter befindliche Gneismassiv ergab einen harten blau-grauen Stein, in den oberen Lagen stellenweise klüftig, in den tieferen Schichten ohne Klüfte. Der Gneis aus tieferen Lagen gab einen vorzüglichen Bruchstein, jedoch ohne gute Lagerflächen.

Die Quellwässer aus dieser Formation gehören wegen des geringen Kalk- und Magnesia-Gehaltes insgesamt zu den weichsten Wässern von 1 bis 3 deutschen Härtegraden und die gleiche Härte zeigen auch die Quellwässer aus der Gneis- und Granitformation im Westen und Süden Böhmens und Mährens, wie z. B. das Trinkwasser in Budweis nur 1·5—2·0 deutsche Härtegrade aufweist.)*

Iglau ist eine industrielle Stadt. Sie hat Tuchfabriken, Etablissements für Maschinenbau und Gerbereien, eine Glasschleiferei und Thonwaarenfabriken. Iglau besitzt ferner eine Tabakfabrik, die mehr als 2000 Arbeiterinnen beschäftigt, einen Ringofen, eine Bierbrauerei und eine Gasanstalt. Der Handel besteht vorwiegend in Getreide, Flachs und Bauholz.

Bisherige Wasserversorgung.

Die bisherige Wasserversorgung von Iglau geschah auf zweifache Art, nämlich aus einer städtischen Wasserleitung aus den Pistauer Teichen und aus Hausbrunnen.

Die städtische Wasserleitung bestand aus einer Holzpfeifen-Leitung von anfangs 5, später nur 4 Strängen mit je 65 mm Bohrung, die das Wasser aus dem rund 3 km entfernten Pistauer Teichen der Stadt zuführten. Dieses Wasser floss in 25 offene, in der Stadt vertheilte Wasserkästen, und eine Abzweigung speiste auch weitere zwei am Platz stehende Monumentalbrunnen. In einer kurzen Strecke in der Geist- und Neugasse waren die Holzpfeifen bereits durch Eisenröhren ersetzt worden. Aus dem tiefstgelegenen dieser Pistauer Teiche, dem Röhrenteich, zweigte diese hölzerne Wasserleitung ab. Ueber ihm befinden sich noch treppenartig drei andere Teiche, der Lukasteich, der Strassesteich und Auerteich (siehe Fig. 1, Taf. XV). In den Dämmen dieser Teiche waren Holzpfeifen eingelagert, mit Holzpfeifen geschlossen und konnte durch Entfernung dieser Verschlüsse Wasser aus einem Teich in den nächst tiefer gelegenen Teich abgelassen werden.

*) Dr. Ferd. Fischer, „Chemische Technologie des Wassers, 1878“ gibt die durchschnittliche Gesamt-Härte des Wassers aus Quellen und Tiefbrunnen in Graden bei den verschiedenen Bodenformationen an.

Granit und Gneis	2—4 Grade.	Rother Sandstein 14·3—15·0 Grade.
Silur	4—5 „	Lias 24·1 „
Devon	9·6—13·9 „	Kreide 18·9—22·2 „
Kohle	10·5—28·6 „	Sand, Kies 17·6—30·0 „
Dolomit	35·0—47·8 „	Regen, rein 0·2 „

Der Flächeninhalt bei voller Anspannung betrug
 beim Röhrenteich 5·014 ha
 „ Lukasteich 5·158 „
 „ Strassteich 2·681 „
 „ Auerteich 12·049 „
 somit die Gesamtfläche . 24·902 ha

Der Röhrenteich hatte einen Fassungsraum von rund 133 000 m³ bei einer maximalen Wassertiefe vor dem Abschlussdamm von 4·2 m. Die übrigen Teiche haben einen Fassungsraum von zusammen 350 000 m³, so dass alle vier Teiche über eine Kapazität von 483 000 m³ verfügten.

Das Niederschlagsgebiet aller Teiche beträgt 368 ha. Gegenüber der Geistgasse mit 529·6 m Seehöhe als höchsten Punkt der Stadt liegt der gespannte Wasserspiegel (siehe Fig. 2, Taf. XVI)

des Röhrenteiches in	553·8	Seehöhe, also +	24·2
„ Lukasteiches „	564·1	„ „ +	35·5
„ Strassteiches „	567·5	„ „ +	37·9
„ Auerteiches „	575·3	„ „ +	45·7

Die Ableitung aus dem Röhrenteiche lag rund 3 m unter dem höchsten Wasserspiegel. Die natürliche Folge war, dass dieses Teichwasser im Sommer mit einer Temperatur von 20° C. und darüber und im Winter mit 1—3° C. in die Wasserkästen der Stadt floss. Die Teiche waren aber auch mit Fischen besetzt; in Folge dessen hatte dieses Wasser im Hochsommer einen so penetranten Fischgeruch, dass es nicht nur vom Genusse, sondern auch vom Gebrauche geradezu abschreckte.

Das bestandene Holzrohrnetz befand sich, trotzdem dass einzelne Stränge und Röhren im Laufe der letzten Jahren ausgewechselt wurden, in einem so schadhaften Zustande, dass eine gründliche Auswechslung der alten Röhren jedenfalls hätte eintreten müssen. Während das Wasser, aus dem Teich entnommen, nur in einer einzigen Analyse eine Spur, in den übrigen Analysen gar kein Ammoniak und auch weder salpeterige Säure noch Schwefelsäure ergab (Tabelle I, Post Nr. 27 und 28), zeigte dieses Wasser, aus einzelnen Strecken der Leitung der Stadt entnommen, noch gutes, aus anderen Strecken entnommen, eine so bedeutende Verunreinigung mit der Fäulniss organischer Produkte entstammenden Elementen, dass letzteres als gesundheitsschädlich erklärt werden musste. Die Holzröhren waren eben in vielen Strecken bereits faul und undicht geworden und widerstanden nicht mehr der Infiltration der in verjauchten Boden in gelöstem Zustande befindlichen Stoffe.

In der Beilage I (chemische Analysen) sind sub. Post Nr. 29 und 30 einige Analysen dieser Wässer aus den Jahren 1875—1878 aus der städtischen Röhrenleitung angegeben, wo die Rohre noch gesund waren; die schlechte chemische Beschaffenheit wurde erst vor dem Baue der neuen Anlage constatirt, wo das Rohrnetz älter und schlechter geworden war.

Ueber die Güte der bisnun in Gebrauch gestandenen Hausbrunnen gibt ein vom Prof. L. Lenz in Iglau an den Gemeinderath erstatteter Bericht*) über das Resultat

*) Die folgende Charakteristik der chemischen Beschaffenheit der Brunnenwässer ist dem Berichte des Prof. L. Lenz an den Gemeinderath entnommen.

seiner umfassenden chemischen Analysen genaue Auskunft, und habe ich in Tabelle I aus den vielen Hunderten seiner Analysen eine Anzahl zur näheren Illustration veröffentlicht.

Iglau zählte 221 in Verwendung stehende Brunnen. In 16 dieser Brunnen ist ein Wasser constatirt worden (Tab. I, Post Nr. 3), das ziemlich die gleiche Beschaffenheit zeigte, wie das reine und gute Quellenwasser der Umgebung (Tab. I, Post Nr. 1). Diese Brunnen befinden sich im äussern Stadtrayon: Wienergasse Nr. 36, 38, 41, Brückengasse Nr. 18 und 10, Dreilindengasse Nr. 20, Iglavagasse Nr. 2 und 3, Bräuhausegasse Nr. 9, Feldgasse Nr. 3, 4, 5, 6 und 11, Schwimmschulgasse Nr. 18, Stangendorfgrund Nr. 6 und 8. Das Wasser dieser Brunnen hat auch nur eine Härte von 2 bis 3 Graden und mag sich wohl in Klüften des Gneisgebirges oder in Ablagerungen des Gneisgesteins sammeln, ohne verseuchte Böden zu „passiren“.

Alle übrigen Brunnenwässer der Stadt (205 an der Zahl) weichen in ihrer Zusammensetzung von den vorgenannten und den andern Quellwässern stark ab. (Tab. I, Post Nr. 4 bis inkl. 26.) Diese Brunnenwässer haben oft eine überraschend grosse Menge von Salpetersäure, Chlor, organischer Substanz und eine grosse Härte. So schwankt in 100 000 Theilen Wasser*) der Gehalt an Salpetersäure-Anhydrid zwischen 15 und 127, an Chlor zwischen 15 und 77, an Schwefelsäure-Anhydrid zwischen 10 und 26, an Ammoniak von 0 bis 0·760, an organischer Substanz zwischen 1—60, an Abdampfückstand zwischen 70—365 mg in 100 cm³ Wasser und die Härte zwischen 20—79 Graden.

Das Chlor findet sich in den reinen Quellwässern aus Iglau Umgebung immer, die Schwefelsäure aber nur ausnahmsweise, aber beide nur in geringen, ziemlich gleichbleibenden Mengen und scheinen da dem Kulturboden zu entstammen. In den Stadtbrunnen ist aber der Chlor- und Schwefelsäuregehalt meist so enorm gross und in den einzelnen Wässern so verschieden, dass hier unbedenklich die Excrementalstoffe als Lieferanten angesehen werden müssen. Aus den Analysen ist zu schliessen, dass ausser den genannten Zersetzungsprodukten auch noch organische Stoffe aus den im Boden abgelagerten Auswurfstoffen in das Brunnenwasser gelangen und obwohl die Natur derselben noch nicht sichergestellt worden ist, so lässt sich doch annehmen, dass dieselben vorzüglich als organische Fäulnissprodukte verschiedenen Gruppen der Kohlenstoffverbindungen angehören, die man mit Recht zu den gefährlichsten Verunreinigungen des Trinkwassers rechnet.

Prof. Lenz kommt daher auf Grund der chemischen Untersuchungen dieser Brunnenwässer zu dem Schlusse, dass das Iglauer Brunnenwasser mit den angeführten wenigen Ausnahmen, als ein sehr hartes, unreines, unappetitliches, in seiner Zusammensetzung verschiedenes und veränderliches, den sanitären Anforderungen nicht entsprechendes Grundwasser zu betrachten ist.

Diese starke Verunreinigung der Brunnenwässer darf übrigens nicht Wunder nehmen und wird wohl in allen Städten, die einen wasserlässigen Untergrund haben und

*) Alle Analysen sind gegeben in Milligramm in 100 cm³ Wasser, also in dem Verhältniss wie 1 : 100 000.

wo für die Reinhaltung dieses Bodens keine besondere Vorsorge getroffen wurde, auch konstatirt werden.

Iglau besitzt nur in wenigen Gassen eine Kanalisierung und die Fäkalstoffe und Abfallwässer werden in Senkgruben und in letzter Zeit auch in Tonnen gesammelt. Erstere tragen aber, weil sie in der Regel niemals wasserdicht sind, erfahrungsgemäss stets zur Verseuchung des Untergrundes und der Hausbrunnen das ihrige bei.

Daher darf es auch nicht Wunder nehmen, dass die Sterblichkeit der Stadt Iglau im Jahre 1886 inkl. der Ortsfremden bis auf 39·9 pro mille und Jahr gestiegen ist, welche Mortalität nur von wenigen Provinz-Städten Oesterreichs*) übertroffen wird.

Am 24. Dezember 1886 wurde das filtrirte Teichwasser durch die neugelegten Eisenröhren in die Brunnenständer und in die bis dahin hergestellten Hausanschlüsse geleitet. Im Jahre 1887 betrug die Sterblichkeit incl. Ortsfremden 36·3⁰/₀₀.

Studien für die neue Wasserversorgung.

Der Gemeinderath der Stadt Iglau beschäftigte sich schon seit Jahren mit der Frage einer Sanirung der Wasserversorgung und war es Prof. Lenz in Iglau, der durch fortgesetzte Analysen der Verbrauchswässer auch den wissenschaftlichen Nachweis lieferte, dass im Interesse der Bevölkerung an eine entsprechende Wasserversorgung der Stadt mit genügendem Trink- und Nutzwasser ernstlich geschritten werden muss. An der Spitze der Agitation stand der damalige Vize-Bürgermeister Dr. Fritz Popelak und fanden dessen unausgesetzte Bemühungen sowohl bei dem damaligen Bürgermeister Stäger, wie bei dem Gemeinderath und den Stadt-Verordneten die werththätigste Unterstützung. Meine Betheiligung an diesem Werke datirt vom Jahre 1885. Der Gemeinderath hatte sich um Nominirung von Experten an unseren Verein gewendet und mich dann zur Abgabe eines Gutachtens aufgefordert.

Der Gemeinderath richtete in erster Linie sein Augenmerk auf die Zuleitung von Wasser aus drei Quellen, die sich in einer Entfernung von 8—9 km im Weissensteiner Waldgebiete befanden und von denen zwei auf einem der Stadt gehörigen Grunde lagen.

Das Wasser dieser Quellen entsprach allen Bedingungen eines guten Trinkwassers (Analyse in Tab. I, Post Nr. 2); es war frei von Ammoniak und Salpetersäure, hatte in 100 000 Theilen nur 0·592 Schwefelsäure, 2·687 Kalk, enthielt nur Spuren von Kali und Natron, Magnesia und Eisenoxyd und 1·083 an organischer Substanz. An festen Bestandtheilen wurden nur 8·94 Theile nachgewiesen und dessen Härte betrug zirka 3 Grade. Die Temperatur schwankte im Sommer und Winter zwischen 7° und 8° C.

*) Mortalität pro mille mit Ortsfremden in Provinz-Städten im Durchschnitt:

Brody	32·0	Brünn.	36·4
Görz	32·5	Eger	37·4
Wr.-Neustadt . .	32·9	Prag	39·0
Reichenberg . . .	33·3	Aussig	39·7
Lemberg	34·4	Triest	39·8
Linz	34·8	Iglau	39·9
Troppau	35·1	Laibach	44·7
Klagenfurt . . .	36·1	Drohobycz	48·1

Ueber die zwei der Stadt gehörigen Quellen lagen Wasserquantitätsmessungen vom September 1881 bis Ende 1884 vor. Diese beiden Quellen, Hirschbrunn- und Stäger-Quelle, mit einem Niederschlagsgebiete von zusammen 80 ha. ergaben nach Abschlag der Minima und Maxima, die allerdings sehr grossen Schwankungen unterworfen waren, eine durchschnittliche Tagesergiebigkeit*) von 204·6 m³.

Die dritte Quelle hat nur ein Niederschlagsgebiet von rund 30 ha. Wasserquantitätsmessungen lagen hier zwar nicht vor, aber die analogen Verhältnisse ihrer Genesis — denn alle drei Quellen quollen aus bewaldeten Terrainmulden, in denen eine 2—3 m hohe Schichte aus Gneisgeröllen mit Humus untermischt die Meteorwässer aufsammlte — gestatteten den Schluss, dass auch die dritte Quelle im Verhältniss zum Niederschlagsgebiet die relativ gleiche Wassermenge abgeben dürfte.

Durch Zuziehung dieser Quelle konnte auf eine durchschnittliche Tagesergiebigkeit von rund 281 m³ gerechnet werden und wären dann, entsprechend grosse Sammel-Reservoirs zum Ausgleich der Schwankungen vorausgesetzt, pro Kopf der Bevölkerung disponibel gewesen:

bei 23 000 Seelen ad hoc = 12·2 l

„ 30 000 „ pro futuro = 9·4 l

Hätte man nun auch an der Wurzel dieser Terrainmulden Herdauern quer bis auf das feste Gestein gezogen, um alle Wasserfäden zum Aufquellen zu bringen und diese in einem gemeinsamen Wasserschloss gesammelt, so hätte man die Ergiebigkeit der Quellen höchstens noch allenfalls um 50 % steigern können. Damit wäre aber der Iglauer Bevölkerung noch immer nicht gedient gewesen.

Ich konnte daher in dem verlangten Gutachten die Zuleitung dieser Quellwässer zur Wasserversorgung nicht empfehlen und ergiebigere Quellen in der Umgebung Iglaus gab es nicht.

Die Analysen der sonstigen in der Umgebung Iglaus vorkommenden Quellwässer sind in der Tab. I, Post Nro. 1 gegeben. Sie haben mehr weniger die gleiche chemische Zusammensetzung wie die Quellen im Weissensteiner Waldgebiete und sind durchwegs weiche Wässer. Alle diese Quellen haben eine sehr geringe Ergiebigkeit, die eine Sammlung und Zuleitung nicht rentirt hätten.

Es könnte nun die Frage gestellt werden, warum die Weissensteiner Quellen nicht wenigstens zur Zufuhr von Trinkwasser Verwendung fanden. Die Antwort darauf ist, dass man sich zu gesonderten Trink- und Nutzwasser-Leitungen nur im äussersten Falle entschliessen soll, da erfahrungsgemäss der beschränkte Gebrauch des Nutzwassers gar nicht zu controliren ist, getrennte Anlagen auch sehr kostspielig sind, in dem vorliegenden Falle aber in den Teichwässern ein Wasser zur Verfügung stand, das in chemischer Beziehung den Quellwässern fast gleichkam.

*) Diese mittlere Tagesergiebigkeit vertheilte sich auf die einzelnen Monate wie folgt:

Jänner	165 m ³	Juli	215 m ³
Februar	236 „	August	175 „
März	255 „	September	156 „
April	260 „	Oktober	156 „
Mai	255 „	November	160 „
Juni	240 „	Dezember	175 „

Die chemische Analyse ergab, dass das Wasser aus den Teichen von Pistau in 100 000 Theilen Wasser nur 6.0—8.0 feste Rückstände (Quellwässer 8.940), 0.710 bis 1.420 Chlor (Quellwässer 1.226) enthielt, aber frei von salpetriger Säure (Quellwässer 0.592) und Ammoniak ist, da von letzterem nur in einer Analyse Spuren erwiesen wurden, und dass die Härte eine noch geringere war, und zwar 0.953—1.248 Grade (Quellwässer 3.0 Grade). Die zeitweise Trübung des Wassers konnte durch Filtrirung beseitigt werden. Was die grosse Menge organischer Substanz (7.235—10.530) betrifft, so war man sich darüber klar, dass dieselbe fast ausschliesslich von einer Verunreinigung durch Pflanzenfasern und Pflanzenstoffe herührte, da die steten Begleiter organischer Substanz animalischer Provenienz, als Ammoniak, Salpetersäure und Salpetrigsäure hier ganz fehlten und auch der Chlorgehalt kein hoher war. Eine Reinigung des Teiches von den grossen Schlammengen und die Filtration mussten den Gehalt an organischer Substanz, wie sich auch später herausstellte, bedeutend herabmindern.

Gegen die Verwendung der Teichwässer als Trinkwasser konnte somit nur dessen hohe Temperatur im Sommer, dessen tiefe Temperatur im Winter und dessen Temperaturschwankungen überhaupt geltend gemacht werden.

Von diesem Uebelstande abgesehen, bot dagegen die Wasserversorgung aus den genannten Teichen wieder sehr grosse Vortheile. Man konnte:

- a) eine gemeinsame Trink- und Nutzwasserleitung herstellen;
- b) es konnte ebenfalls eine Gravitationsleitung ausgeführt werden;
- c) man gewann einen Ueberfluss an Wasser;
- d) der Wasserkonsum war ganz unabhängig von den nie ausbleibenden grossen Ergiebigkeits-Schwankungen bei Quellen;
- e) endlich war diese Art der Wasserversorgung nur abhängig von dem Gesamt-Jahresniederschlag, aber unabhängig von einer länger andauernden Regenlosigkeit und von Winterfrösten, die bei Quellenleitungen eine so einflussreiche Rolle spielen.

Rechnet man als nutzbares Wasserquantum von den mittleren Monats-Niederschlägen des Dezember, Jänner und Februar mit 96.6 mm	50 % =	48.3 mm
vom März, April, Mai, September, Oktober und November mit 233.6 mm	40 % =	93.4 mm
von den Sommermonaten Juni, Juli und August mit 207.9 mm	25 % =	52.0 mm

somit pro Jahr eine Wasserschicht von 193.7 mm so erhält man aus dem Niederschlagsgebiet von 368 Hektar ein nutzbares Wasserquantum pro anno von 713.000 m³ und pro Tag und Kopf der Bevölkerung bei 23000 Seelen = 85 l und für 30000 Seelen = 65 l und pro Tag = 1953 m³.

In Wirklichkeit wird sich aber das Verhältniss zwischen Niederschlag und Nutzwasser bei der Seehöhe des Ortes von 530 m und der grossen Zahl der Niederschläge und Nebel günstiger gestalten, denn die benützten Verhältniss-

ziffern sind den hydrografischen Verhältnissen der Tiefenebene entnommen.

Das genannte Wasserquantum genügt selbst für eine ungleich grössere Bevölkerung, denn man braucht für den normalen Verbrauch in Städten dieser Kategorie und unter den angedeuteten klimatischen Verhältnissen nicht mehr als 50 l pro Kopf und Tag in toto zu rechnen, wenn nicht grössere Mengen zu Fabrikszwecken verlangt werden.

Bisher ist der Gesamtbedarf nach einem Jahr des Betriebes noch nicht über 27 l pro Kopf der Bevölkerung gestiegen, trotzdem das Wasser heute schon in 400 Häusern geleitet und die Abgabe ohne Kontrolle von Wassermessern sehr billig gestellt worden ist.

Abnahme der Temperatur des Wassers nach der Tiefe.

Gegen das grosse Uebel, das den Wasserversorgungen aus Teichen, Flüssen und allen der Tagestemperatur ausgesetzten Wässern anhaftet, nämlich gegen die hohe Temperatur des Sommers, wegen welcher solche Wässer statt zum Genusse anzuregen eher einen Widerwillen erregen, glaubte ich zu jener Zeit schon eine Abhilfe gefunden zu haben, und hatte nur noch keine Gelegenheit gehabt, das aus vielen Beobachtungen festgestellte Resultat, — dass die Temperatur eines stagnirenden oder nur sehr wenig bewegten Wassers in Schächten, Brunnen, bezw. in enger begrenzten Räumen weit rascher und nach ganz andern Gesetzen gegen die Tiefe abnimmt, wie jene eines Wassers in einem weitbegrenzten Raum, oder wie ein in Flüssen bewegtes Wasser — auf seinen praktischen Werth zu prüfen.

Hier in Iglau, wo man sich bezüglich des Wasserbezuges in einer Zwangslage befand, war nun diese Gelegenheit geboten, und wenn auch der Erfolg alle gemachten Voraussetzungen übertraf, so halte ich es doch für meine Pflicht, dem Gemeinderathe der Stadt Iglau meinen Dank dafür besonders auszusprechen, dass derselbe mir das Vertrauen schenkte und die Gelegenheit bot, die dem Projekte zu Grunde liegende neue Idee zur Ausführung zu bringen.

Es ist schon lange her, dass ich mich mit den Gedanken beschäftigte, wie man ein den Einflüssen der Tagestemperatur ausgesetztes und stark erwärmtes Wasser aus Teichen, Thalsperren, Flüssen im Sommer in der Temperatur erniedrigen kann, ohne zu künstlichen und kostspieligen Hilfsmitteln zu greifen. Der Vortheil ist augenfällig, wenn dies Ziel erreicht werden kann, da man dann Teich- und Flusswässer, wenn sie sonst die Eignung haben, mit Vortheil zur Wasserversorgung verwenden kann, denn der Fall, dass Quellwässer in so genügender Menge verfügbar sind, dass der Wasserbedarf einer Stadt zu jeder Zeit gegen alle Eventualitäten sichergestellt ist, ist um so seltener, je grösser die Zahl der Bewohner ist.

In der krystallinischen und Sandstein-Formation, in wenig wasserlässigen Böden und im Tieflande gehören Quellen, die ohne Anlage von Sammel-Reservoirs auch zur Zeit der Ergiebigkeits-Minima stets ein genügendes Wasserquantum für eine grössere Städtebevölkerung abgeben können, zu den grössten Seltenheiten, und Schwankungen

bis zu $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{15}$ der Maximal-Ergiebigkeit, bzw. bis zu $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ des Tagesmittels aus der Jahres-Ergiebigkeit sind selbst in der Kalkformation, wo selbe auf wenig wasserlässigen Schichten auflagert, schon beobachtet worden.

Die Anwendung von Flusswasser ist aber fast überall leicht möglich, und die Anlage von künstlichen offenen Sammel-Reservoirs, wie Teiche und Thalsperren es sind, ist auch nicht besonders kostspielig; dagegen ist man bei letzteren Anlagen und bei genügender Grösse nur vom Jahres-Niederschlag, nie aber von den Schwankungen der Monats- und Tages-Niederschläge und vom Eintritte und der Dauer des Frostes abhängig.

Nebenbei bemerkt sammelt man meistens in solchen Teichen und Thalsperren nicht etwa blos Meteorwasser, sondern auch alle im Niederschlagsgebiet etwa noch vorkommenden Quellwässer.

Gegen mechanische Verunreinigung solcher Wässer hat man in den Filteranlagen ein gut bewährtes Hilfsmittel.

Zu eingehenderen Studien veranlasste mich zuerst Prof. Dr. Friedrich Simony's Vortrag über die Temperatur-Abnahme in Alpenseen *) und habe ich das Resultat dieser Beobachtungen in Fig. 3 (Taf. XVI) grafisch aufgetragen, wie sie im Attersee und Mondsee als Seen mit geringen Zuflüssen und im Gmundner- und Hallstättersee als Seen mit starken Zuflüssen gemacht wurden.

Bei einer relativ hohen Oberflächen-Temperatur (18.4 und 18.9° C. bei 3 m Tiefe) zeigen der Attersee und Mondsee (Kurve I u. III) bis 10 m Tiefe eine Temperatur-Abnahme von nur 1.4—2°, dann aber bis 15 m Tiefe von 10.0—10.3°, bei 20 m Tiefe von 12—12.4°, um dann bis 67 m Tiefe von 6.0—6.5° C. nur noch auf 4.4°, und bei 189.6 m Tiefe auf 4.25° C. zu sinken.

Dieselben Seen zeigen (Kurve II und IV) bei einer niedrigeren Oberflächen-Temperatur (14.0—14.7° C. bei 3 m Tiefe) bis 10 m Tiefe kaum eine Aenderung derselben, dann aber ebenfalls einen analogen Temperatursturz bis auf 5.3—6.3° bei 20 m Tiefe, um dann weiter nur noch bis 4.05° bei 170.7 m Tiefe, bzw. bis 4.35° bei 67 m Tiefe zu sinken.

Die Temperatur-Abnahme wird zwischen 10 bis 20 m Tiefe eine um so grössere gegen die Oberflächen-Temperatur, je höher die letztere ist, aber bei 20 m Tiefe wird die Temperatur unabhängig von der Oberflächen-Temperatur in diesen Seen nahezu die gleiche sein, d. h. sich zwischen 5—6.5° bewegen.

Bei 25 m Tiefe ist die Wasser-Temperatur nur mehr 1—2° höher, wie die tiefste Temperatur, die das Süsswasser in Seen in der Tiefe überhaupt erreichen kann, das ist 3.9° C., wo das Wasser die grösste Dichte, daher auch das grösste spezifische Gewicht erreicht.

Betrachtet man dagegen den Verlauf der Temperaturen in den beiden anderen Seen mit starken Zuflüssen (Kurve V, VI, VII, VIII), so zeigt sich bei der Kurve V, die mit einer höheren Oberflächen-Temperatur (16.6° bei 3 m Tiefe) beginnt, zwar auch ein geringer Temperatursturz um 3.7° bis 10 m Tiefe, und von 4.2° bei 12 m Tiefe, aber die

Temperatur sinkt bei 20 m Tiefe erst auf 10—11.5° und erst bei Tiefen von 45 bis 60 m auf 5°. Zweifelsohne wäre auch bei den Curven VI, VII und VIII eine ebensolche Temperatur-Abnahme eingetreten, wenn die Oberflächen-Temperatur eine höhere gewesen wäre; aber niemals wäre die Temperatur-Abnahme bei einer Tiefe von nur 15—20 m eine relativ so bedeutende gewesen, wie bei den erstgenannten Seen mit geringem Zufluss.

Diese ersteren Seen, der Attersee und Mondsee, als Seen mit geringen Zuflüssen, zeigen in Bezug auf die Temperatur nach der Tiefe zu das gleiche Verhalten, wie ich es auch bei stagnirenden Wässern in Teichen und Thalsperren und in Brunnen oder Schächten, wenn in selben keine oder nur eine geringe Bewegung des Wassers stattfand, und nicht andere Umstände, wie z. B. Grundwässer, Einfluss übt, zu beobachten Gelegenheit hatte.

Ich habe jede Gelegenheit ergriffen, die Temperatur-Messungen in Schächten, Cisternen, Thalsperren und Teichen fortzusetzen und bedaure nur, dass ich die Zeit nicht fand, diese Beobachtungen systematisch durchzuführen. Im Allgemeinen konnte ich aber doch feststellen, dass bei Tiefen von 15 bis 20 m und einer hohen Oberflächen-Temperatur, die Temperatur an der Sohle bedeutend abnahm, — dass bei diesen Oberflächen-Temperaturen die Differenz der letztern gegen die Temperatur des Wassers an der Sohle eine um so grössere war, je höher die Oberflächen-Temperatur war, — dass zwischen 5 bis 10° C. der Oberflächen-Temperatur das Wasser an der Sohle nach und nach diese Temperatur annahm, — und dass dann, wenn Fröste eintraten oder die Oberflächen-Temperatur dem Nullpunkte nahekam, die Temperatur des Wassers an der Sohle eine höhere war.

Diese Veränderungen der Temperatur würden aber, selbst wenn ich bei den Beobachtungen stets die gleiche Oberflächen-Temperatur voraussetzen könnte, gewiss je nach der Bodengattung, der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes oder allfälligem Zufluss von Untergrundwasser und je nach der geografischen Lage des Ortes wieder abweichende Resultate ergeben, und wird diese Anregung vielleicht den Anlass geben, die Beobachtungen unter verschiedenen Verhältnissen fortzusetzen.

Das eine stand jedoch unzweifelhaft fest, dass, wenn ich das Wasser aus dem Pistauer Teichen vor der Verwendung zuerst in Brunnen oder Schächte von entsprechendem Rauminhalt und Tiefe leiten und dies Wasser dann von der Sohle weg in die Leitungen führen könnte, eine wesentliche Abkühlung der hohen Temperatur des Teichwassers im Sommer und auch eine Erhöhung der tiefsten Wassertemperatur im Winter, zur Zeit der Vereisung der Teiche, erreicht werden musste.

Ich habe daher dem Gemeinderathe der Stadt Igla in meinem erstatteten Gutachten zwar diese Thatsache, aber keine bestimmte Temperatur des Teichwassers bei Anlage eines Kühlschachtes in Aussicht stellen können. Bei der späteren Feststellung der Grundzüge des Projektes wurde über mein Ansuchen auch Prof. Rippl in Brünn eingeladen, seine Ansichten auszusprechen und danke ich ihm manchen guten Rathschlag.

*) Ueber Alpenseen, Prof. Dr. Fr. Simony, Wien 1879.

Anlage und Wirkung des Kühlturmes.

Aus den Plänen in Fig. 6, 7 u. 8 (Taf. XVII) ist nun die Anlage dieses Kühlturmes ersichtlich. Er ist im Röhrenteiche selbst angeordnet worden und reicht dessen Sohle 17.3 m unter den normal gespannten Wasserspiegel bei 553.8 m Seehöhe. Der Teich erhielt vor dem Damm nach Beseitigung des Schlammes eine Wassertiefe von 5.9 m, dann folgte eine Schichte von Löss 1.5 m stark, dann verwitterter Gneis 0.7 m mächtig, dann der feste Gneis. Der Kühlturm ist somit noch 9.2 m tief im festen Felsen gebrochen. Da der Aushub der Lössschichte 2398 m³, des Felsens 8172 m³ betrug, so erhielt dieser Kühlturm, bis zur Teichsohle gemessen, einen Fassungsraum von 10 570 m³.

Ich bemerke hier gleich, dass die Kosten für die Herstellung dieses Kühlturmes relativ nur geringe waren. Der gebrochene Stein konnte zum Theil bei der Mauerung der Filterkammern verwendet werden. Der Stein aus fremden Brüchen wurde pro 1 m³ mit 2 fl. 15 kr., aus diesem Kühlturm im Durchschnitt mit 2 fl. 38 kr. bezahlt.

Das Wasser des Röhrenteiches sinkt nun in diesen Kühlturm, der noch mit einem Damm trocken geschichteter Steine von 1.8 m Höhe behufs Rückhalt gröberer Sinkstoffe umgeben ist, — um sich dann in den tiefen Lagen abzukühlen.

Bei dem gegenwärtigen Bedarf an Wasser von 600 m³ pro Tag fasst der Kühlturm einen 17fachen Tagesverbrauch. Aus der Tiefe dieses Tiefschachtes (0.8 m über Sohle) führen zwei eiserne Röhren (s. d. Fig. 6 und 8) mit je 300 mm Durchmesser das Wasser in einen Zulaufkanal M (Fig. 7 und 8), aus dem es in die Filterkammern fließt. Die Oberfläche dieses Steigrohres liegt bei der Mündung in den Zulaufkanal 1.7 m unter dem Wasserspiegel des Teiches, so dass noch genügender hydrostatischer Druck für den Auftrieb des Wassers vorhanden ist, selbst wenn der Wasserspiegel des Teiches um 1.5 m sinken würde.

Aus den drei Filterkammern fließt das filtrirte Wasser in zwei Reinwasser-Kammern und von da in die Hauptzuleitung.

Da nun seit dem Monate Mai 1887 genaue Beobachtungen der Temperatur, sowohl des Wassers im Lukas- und Röhrenteiche, 1 m unter Wasserspiegel, wie auch in den Reinwasser-Kammern gemacht wurden, so bin ich auch in der Lage, die Veränderungen in der Temperatur genau anzugeben, die das Teichwasser nach Passirung des Kühlturmes auf seinem Wege vom Teich bis in die Reinwasser-Kammern erlitten hat.

In Fig. 4 (Taf. XVI) ist vom 1. Mai bis Ende Dezember 1887:

- a) die mittlere Lufttemperatur von 7 Uhr Früh bis 7 Uhr Abends;
 - b) die Temperatur des Wassers, u. zw. bis 20. Juni im Lukasteich, vom 20. Juni ab im Röhrenteich, 1 m unter Wasserspiegel;
 - c) die Temperatur des Wassers in den Reinwasser-Kammern;
- in Graden Celsius grafisch aufgetragen worden.

Bis 19. Juni 1887 erfolgte die Speisung der Wasserleitung noch direkt aus dem Lukasteich, indem das Wasser aus dem Lukasteich direkt auf die Filter geführt wurde. Am 19. Juni hatte sich der Röhrenteich, sowohl durch die in demselben aufbrechenden Quellen, wie auch durch Meteorwasser bis auf 15.8 m über der Sohle des Kühlturmes gefüllt, und wurde, obwohl noch 1.5 m Wasserschichte bis zur normalen Anspannung des Teiches fehlten, an diesem Tage die Lukasteichleitung abgesperrt und das Wasser aus dem Kühlturm durch die Steigröhren auf die Filter gehoben.

Vom 19. Juni ab beginnt also die Thätigkeit des Kühlturmes. Vom 1. Mai bis 19. Juni ist das Wasser in den Reinwasser-Kammern im Mittel um zirka 20° C. niedriger als das Wasser im Teiche gewesen — eine Folge des Einflusses der gegen die Tagestemperatur gut geschützten Filter- und Reinwasser-Kammern; — die Kurve der Temperatur des filtrirten Wassers folgt aber sichtlich den Schwankungen in der Temperatur des Teichwassers, wobei die letztere einigemal selbst unter die Temperatur des Wassers in den Reinwasser-Kammern sinkt, und die Kurven sich daher mehrfach schneiden.

Am 20. Juni, wo der Kühlturm in Aktion tritt, ist die Temperatur des Wassers im Teich und in den Reinwasser-Kammern die gleiche (13.5° C.). Von da steigt die Temperatur des Teichwassers kontinuierlich bis zum 3. Juli auf 22° C., während die Temperatur des Wassers in den Reinwasser-Kammern innerhalb 4 Tagen am 24. Juni von 13.5° auf 10° und am 26. Juni auf 9.6° C. sank.

Am 26. Juni betrug die Differenz der Temperaturen 6.8°, am 3. Juli schon 10.5° C.

Verfolgt man die beiden Kurven der Wassertemperatur weiter, so schwankt die Temperatur des Wassers im Teiche zwischen 22 und 18° bis 24. Juli, um am 27. Juli und 1. August das Maximum von 23° C. (18.4° R.) zu erreichen, während die Temperatur des Wassers in den Reinwasser-Kammern keine solchen Schwankungen zeigt, und vom 5. Juli bis 1. August von 12.0 bis 13.8° C., also nur um 1.8° C. ansteigt.

In gleicher Weise zeigt letztere Kurve vom 24. August bis 23. September fast einen Beharrungszustand bei rund 13.5° C. (10.8° R.).

In der Zeit vom 4. bis 24. August steigt die Temperatur des Wassers in den Reinwasser-Kammern um 2.4° und erreicht am 12. August das Maximum von 15.4° C. (12.3° R.). Sie zeigt auch mehrfache geringe Schwankungen. In diese Zeit fällt jedoch eine kritische Periode; der Röhrenteich, der mit Beginn des Baues im Mai 1886 abgelassen worden war, hatte sich, da der Kühlturm erst im Dezember fertig wurde, in Folge der sehr geringen Niederschläge im Frühjahr und Sommer 1887 noch nicht füllen können, den Auerteich konnten wir nicht weiter ablassen, da er erst im Herbst abgefischt werden sollte und so war ich gezwungen, die kleinen Teiche, den Lukas- und Strasteich ganz abzulassen und die wegen ihrer geringen Tiefe ungleich wärmeren Wasser als letzte Reserve heranzuziehen.

Seitdem sich alle Teiche füllten, kann eine solche Periode nicht mehr eintreten.

Zu bemerken ist noch, dass bis Mitte September, wo erst die grösseren Niederschläge eintraten, der Röhrenteich überhaupt nie bis zur Völle angespannt war, daher bis dahin das Wasser im Kühlschachte nicht das Maximum von 17.3 m, sondern nur 15.8—16 m Tiefe hatte. In der Folge kann der Wasserstand mit 553.8 m Seehöhe durch Speisung aus den oberen Teichen, die nach Einlegung von Eisenröhren mit Schiebern in die Dämme und durch die Lukas-teichleitung exakt erfolgen kann, erhalten werden.

Verfolgt man die Kurven vom 21. und 22. September an, wo sie sich wieder berühren, weiter, so sinkt die Temperatur des Wassers im Teiche unter fortwährenden Schwankungen bis 2.1° am 27. October, steigt wieder auf 5.8° am 8. November, um am 17. November auf 2.2° zu sinken und sich zwischen 3.4 und 1.2° C. bis Ende Dezember 1887 weiter zu bewegen.

Das filtrirte Wasser zeigt in dieser Zeit mit Ausnahme weniger Tage stets eine höhere Temperatur und sinkt nur bis auf die Temperatur der grössten Dichte, d. i. 3.9—4.0° C. mit Ausnahme der letzten Woche im Dezember, wo in Folge der verspäteten Beschickung des letzten Filters die kalte Winterluft in die Kammer eingedrungen ist.

Am 1. August, dem Tage der höchsten Temperatur des Teichwassers (23.2° C.), hatte das Wasser in den Reinwasser-Kammern 13.8° C. (11.0° R.), die Differenz betrug daher 9.4° C.

Der 3. Juli ergab die grösste Differenz mit 10.5° C.

Die mittlere Temperatur des filtrirten Wassers war:
im Juli 12.2° C. (9.8° R.)
im August 14.0° C. (11.2° R.)
und wäre ohne dem Eintritte des plötz-

lichen Wassermangels wohl gewesen 13.5° C. (10.8° R.)
vom 1.—23. September 13.5° C. (10.8° R.)

Diese ganz bedeutende Abkühlung der Teichwässer im Sommer glaube ich mit Recht dem Einflusse des Kühlschachtes zuschreiben zu können, und wird die Temperatur in den Reinwasser-Kammern, wenn in der Folge die Tiefe des Wassers im Kühlschachte auf 17.3 m erhalten wird, was in den Sommermonaten keinen Schwierigkeiten begegnet, da die oberen Teiche im Frühjahr zur Völle angespannt werden können, die Maximal-Temperatur vom 12. August mit 15.4° C. (12.3° R.) wohl nicht mehr erreichen. Darüber werden uns auch schon die Beobachtungen dieses Jahres belehren. *)

*) Zur Zeit der letzten Korrektur dieses Aufsatzes lagen bereits die Temperatur-Beobachtungen dieses Jahres bis 22. Juli vor.

Die Temperatur des Wassers im Reinwasser-Reservoir stellt sich als eine nahezu gerade, stetig ansteigende Linie mit Schwankungen innerhalb einigen Tagen von Zehnteln Grad C. dar. Anfang Mai wurde diese Temperatur mit 7.8° C., am 22. Juli mit 14.6° C. (11.7° R.) gemessen, während die Temperatur des Wassers im Röhrenteich, nahe der Oberfläche gemessen, bedeutende Schwankungen ergab und im Mai bis 21.4° C., im Juni bis 23.6° C. stieg. Die grösste Temperatur-Differenz des Wassers im Teiche und im Reinwasser-Reservoir wurde erhoben: zwischen 27. und 31. Mai mit 6.8° bis 9.4° C., 3. und 7. Juni mit 8.0° bis 9.0° C., 21. und 29. Juni mit 6.8° bis 9.5° C.

Die Beobachtungs-Resultate des Jahres 1888 werden Anfangs 1889 veröffentlicht werden.

Vom 14. August angefangen wurden im Kühlschachte die Temperaturbeobachtungen auch in der Tiefe von 4 m, 10 m und an der Sohle gemacht, um die Temperatur-Abnahme nach der Tiefe festzustellen. Die Beobachtungsergebnisse sind in Fig. 5, Taf. XVI, grafisch aufgetragen worden, doch war, wie bereits bemerkt, bis Ende September die Wassertiefe im Teich und Schacht nicht die grösste. Diese Kurven werden interessant werden, wenn die Teichwässer an der Oberfläche wieder die höchsten Temperaturen zeigen werden.

Die Anlagen am Röhrenteich.

In den oberen Teichen wurde an der Sohle ein feiner aber reiner Sand, im Röhrenteich dagegen nur wenig Sand, dagegen stellenweise eine oft 2 m mächtige Schlammschicht vorgefunden. Dies kam wohl daher, dass das Wasser im Röhrenteich seit dessen Bestande, also wohl in vielleicht 6—700 Jahren nie ganz abgelassen wurde, also die angesammelten Schlamm Massen auch nicht weggeschwemmt worden sind.

Die Abfuhr dieses Schlammes betrug 28 892 m³ und kostete 23 114 fl.

In und um Iglau wurde seinerzeit der Silberbergbau betrieben, und sächsische und thüringische Bergleute haben wohl diese, wie die vielen übrigen einst in der Umgebung bestandenen Teiche zum Zwecke der Beschaffung des Betriebswassers für ihre Pochwerke hergestellt. Im Jahre 1250 verlieh und bestätigte König Wenzel I. der Stadt ein Stadt- und Bergrecht, und ist letzteres das älteste Berggesetz in Deutschland gewesen, das lange Zeit hindurch eine hervorragende und maassgebende Bedeutung übte.

Da der Röhrenteich abgelassen werden musste, so wurde zur interimistischen Versorgung der hölzernen Stadtleitung aus dem Lukasteich eine eigene 150 mm weite Eisenrohrleitung verlegt, die unterhalb des Röhrenteiches in einen Wasserkasten auslief, von dem die alte hölzerne Röhrenleitung mit Wasser versorgt wurde.

Diese Lukasteich-Röhrenleitung, in Fig. 1 und 8 ersichtlich, wurde später in den Zuleitungs-Kanal zu den Filtern eingebunden, und erhielt auch eine Abzweigung in den Röhrenteich. Sie soll für den Fall einer etwa eintretenden Ablassung des Röhrenteiches das Wasser aus dem Lukasteich direkt auf die Filter bringen können. Sonst kann Wasser aus dem Lukasteich durch diese Leitung auch direkt in den Röhrenteich abfliessen.

Der Kühlschacht erhielt keinen Grundablass, da ein Sohlenkanal sehr lang geworden wäre und ich dem felsigen Grund nicht lockern wollte. Dafür stellte ich mittelst eines 300 mm-Rohres einen von der Sohle des Tiefschachtes aufsteigenden Heber *ab* (in Fig. 7 und 8) her, so dass durch dieses Rohr das ganze Wasser aus dem Teiche bis auf einen im Kühlschacht verbleibenden Rest von ca. 9000 m³ abgelassen werden kann. Dieser Heber dient auch zur Wegschwemmung des an der Schachtschale sich sammelnden Schlammes, indem man den Rohrschieber öffnet, und das Wasser mit dem Druck der über dem Abflussrohr stehenden Wassersäule herausströmen lässt. Diese Anlage hat sich gut bewährt, denn in Intervallen von 14 Tagen

wird dieser Schieber für kurze Zeit geöffnet, und da strömt beim Öffnen einige Sekunden lang trübes Wasser heraus. Man schliesst dann den Schieber, wenn wieder reines Wasser abfließt. Durch diese Durchschwemmung werden die Filter sehr entlastet.

Auf die Regulierung der bestehenden und die Herstellung der neuen Uferböschungen im Röhrenteich wurde die grösste Sorgfalt verwendet, die seitlichen Terrainmulden wurden abgeschlossen und hinten ausgefüllt, damit dort kein Wasser stagnieren kann. Die Uferböschungen wurden mit Kopfrasenlagen verkleidet, und der Abschlussdamm gegen die Wasserseite bis hinauf mit einer Steindeckung von 0.7–0.8 m Dicke gegen Wellenschlag und Eis gesichert.

Aufwärts wurde der Teich soweit vertieft, dass die geringste Tiefe bei gefülltem Teich noch 1.5 m beträgt.

Rings um den Teich ist ein Graben gezogen, der die herabfließenden Feld- und Wiesenwässer sammelt und oberhalb des Teiches in einen Sumpf leitet, wo diese Wässer ihre Sinkstoffe absetzen können. Um den Röhren- und die übrigen Teiche wurden die Wiesen angekauft und darf auf denselben kein Vieh geweidet werden.

0.8 m über Sohle im Kühlschacht steigt das Wasser durch den natürlichen Druck in zwei eisernen Röhren *cd* von je 300 mm Weite in den Zulaufkanal *M*, Fig. 6, 8, 9 und 12, zu den Filterkammern. Die Sohle dieses Kanals liegt 2.0 m unter der Wasserspiegelfläche des Teiches mit der Seehöhe von 553.8 m. Im Betriebe steht nur ein Steigrohr; das andere bildet die Reserve. Beide können durch Schieber geschlossen, oder der Zufluss durch dieselben reguliert werden.

Aus diesem gewölbten Zulaufkanal mit $0.7 \times 2 = 1.4 \text{ m}^2$ nutzbarer Fläche (Fig. 9 und 12) fließt das Teichwasser durch 1 m breite Einlassfenster, die durch eingelegte Schützen geschlossen werden können, in die Filterkammern.

Filter- und Reinwasser-Kammern.

Das ganze Bauwerk der Filter- und Reinwasser-Kammern sammt der Röhren- und Schieberkammer ist in den Fig. 9 bis incl. 15, Taf. XVIII, dargestellt. Die Fundamente stehen theilweise auf Fels.

Die drei Filterkammern haben je $8 \times 30 = 240 \text{ m}^2$, daher zusammen 720 m^2 Fläche. Die Sohlen sind hier wie in den Reinwasser-Kammern aus Beton auf Bruchstein-Untermauerung, die Widerlager und Wölbungen aus Bruchstein hergestellt worden. Die Innenflächen der Kammern sind bis auf Wasserhöhe mit hartgebrannten Ziegeln verkleidet und mit Portland-Zementmörtel gemauert, verputzt und abgeglättet worden.

Die Filterschicht besteht aus einer untersten Lage kopfgrosser Steine von 1.0 m Höhe, darüber Lagen faustgrosser Steine von 0.6 m Höhe, und von Schotter und Filtersand von 0.5 m Höhe. Der Filtersand wurde aus der Elbe bei Kolin zugeführt. Er hat ein vollkommen gleiches Korn von 4–5 mm Durchmesser und wurden alle feineren und gröberen Beimengungen durch Reuterung entfernt.

Ich habe absichtlich nach dem erprobten Muster an englischen Anlagen ein so grobes Korn gewählt, das den Vortheil vor dem feineren Korn hat, nicht in die unter-

liegenden Steinlagen oder gar in die Leitungen selbst hineingespült zu werden.

Pro 1 m^2 Filterfläche werden in 24 Stunden filtrirt:

bei 600 m^3 Tageskonsum

im Mittel bei 25 m^3 pro Stunde . . . 0.8 m^3

„ 60 m^3 „ „ . . . 2.0 m^3

bei 1200 m^3 Tageskonsum

im Mittel bei 50 m^3 pro Stunde . . . 1.7 m^3

„ 120 m^3 „ „ . . . 4.0 m^3

bei 1800 m^3 Tageskonsum

im Mittel bei 75 m^3 pro Stunde . . . 2.5 m^3

„ 180 m^3 „ „ . . . 6.0 m^3

Diese Ziffern geben daher auch bei den angegebenen Stundenkonsum die Geschwindigkeit des Wassers beim Passiren der Filter an.

Die Filterfläche ist somit relativ ungleich grösser, als sie sonst angenommen wird. Die Filter haben aber auch trotzdem, dass in dem trockenen Sommer 1887 oft sehr stark verunreinigtes Wasser aus den Lukasteich zugeführt werden musste, weil es aus dem Auerteich abgelassen stets den seichten Strasseich zu passiren hatte, durch sieben Monate ohne Erneuerung des Filtersandes gut functionirt und werden in der Folge bei guter Wartung höchstens eine zweimalige Erneuerung der oberen Sandschichte im Jahre erfordern.

Ende Juli zeigte sich eine schwache Trübung des sonst krystallklaren Wassers, worauf in dem Filter nacheinander die oberen Sandschichten entfernt und durch frischen Sand erneuert wurden.

Das filtrirte Wasser sammelt sich in dem Sohlenkanal der Filterkammern, und fließt in den Röhren *f*, *g*, *h* von 300, 300 und 275 mm Weite (Fig. 9 und 12) zu einem Theilungskasten *k* (Fig. 9, 11 und 13) und steigt aus diesem durch die Röhren *m n* von 300 mm Weite in die zwei Reinwasser-Kammern.

Wie aus Fig. 9 und 13 zu ersehen ist, kann der Abfluss des Wassers aus den Filterkammern vor Eintritt in den Theilungskasten *k* schon durch die Schieber *o*, *p*, *q* regulirt oder ganz abgesperrt werden. Man hat es somit ganz in der Hand, das Maximalquantum jener Wassermenge zu limitiren, das aus jedem Filter bei grösstem Druck ausfließen darf und hat es daher auch in der Hand, die Geschwindigkeit zu begrenzen, mit der das Wasser die Filter passirt.

Weiter ist zu ersehen, dass das Ausfließende der Steigrohren *m n* im Mittel 2.4 m über der Sohle und 2.1 m unter den höchstgespannten Wasserspiegel in der Reinwasser-Kammerangebracht ist; es kann daher von dem Augenblicke an, als sich der Wasserspiegel in den Filterkammern und Reinwasser-Kammern um rund 2 m unter 553.8 m Seehöhe senken sollte, kein Wasser mehr aus den Filtern in die Reinwasser-Kammern überfließen.

Auch der Zufluss in die Reinwasser-Kammern kann durch die Schieber *v w* regulirt und geschlossen werden.

Die Reinwasser-Kammern haben ebenfalls jede 240 m^2 Fläche, und fassen zusammen bei voller Spannung ein Wasserquantum von rund 1920 m^3 und ad hoc einen dreitägigen Wasserbedarf.

Von der Sohle in den Reinwasser-Kammern weg fliesst das Wasser in 300 mm weiten Röhren zu einem zweiten Theilungskasten *r* und dann in die 300 mm weite Hauptrohrleitung.

Jede Kammer kann durch einen Grundablass entleert werden.

Die Zu- und Ablaufröhren, Schieber und Theilungskästen sind in einer eigenen Röhren- und Schieberkammer, Fig. 9 und 13, untergebracht.

Unweit der Schieberkammer passiert das Hauptrohr noch einen später hinzugebauten Wassermesserschacht (*N*, Fig. 8). In demselben theilt sich das Hauptrohr auf 3·4 m Länge in zwei Rohrstränge und in jedem dieser Rohrstränge ist ein Wassermesser beiderseits mit zwei Absperrschiebern eingeschaltet.

Die zur Stadt fliessende Wassermenge wird hier täglich gemessen und kann der eine oder der andere Umlauf, somit auch der eine Wassermesser ausgeschaltet werden, wenn an diesem eine Reparatur zu machen ist.

Mittelst dieser Wassermesser ist man ferner in der Lage, auch den Verbrauch an Wasser in den einzelnen Tagesstunden zu erheben, um bei dem jährlich sich steigenden Gesamtverbrauch auch den sich steigenden Maximalbedarf pro Stunde feststellen und für diesen die Schieber an den Kommunikationsröhren zwischen Filter- und Reinwasser-Kammern reguliren zu können.

Gegenwärtig genügt es, wenn aus den Filtern im Maximum 70—80 m³ pro Stunde abfliessen können, bezw. die Maximal-Geschwindigkeit des die Filter durchfliessenden Wassers mit 2·3—2·7 m. in 24 Stunden limitirt wird, da die Reinwasser-Kammern einen dreitägigen Konsum fassen. Später einmal wird man, wenn der Tagesbedarf über 1200 m³ gestiegen ist, für Fälle eines plötzlich eintretenden Massenbedarfes ein direkt aus dem Zulaufkanal abzweigendes Rohr *xy* (Fig. 9) einlegen, um grosse Wassermengen bis zur Maximal-Leistungsfähigkeit der Hauptleitung direkt zuführen zu können. Bis dahin hat es aber noch lange Zeit.

Die Kontrolle der Richtigkeit dieser Wassermesser geschieht in einfacher Weise, indem man den Zufluss zu den Reinwasser-Kammern abschliesst und das aus diesen Kammern dann abfliessende und genau messbare Wasserquantum mit der Angabe der Uhren am Wassermesser vergleicht.

Wie aus der schematischen Darstellung der Bewegung des Wassers vom Teich bis in die Rohrleitung, Fig. 6 und 8, zu ersehen ist, wird bei normalem Betriebe der Wasserspiegel in den Kammern die gleiche oder nahezu gleiche Höhenlage annehmen, wie der Wasserspiegel im Teich. Tritt in Folge eines Brandes oder eines Röhrenbruches eine allzurasche Entleerung in den Reinwasser-Kammern ein, so ertönt — veranlasst durch einen kupfernen Schwimmer, der auf einen bestimmten Minimal-Wasserstand eingestellt ist — ein elektrisches Alarmsignal, damit der Wächter dann die Schieber der Zulaufrohren entsprechend öffnen und bis zum zugelassenen Maximum der Geschwindigkeit ein Plus an Wasser der Leitung zuführen oder bei einem Röhrenbruch die Schieber in der Hauptleitung absperren kann.

Zum Zwecke der raschen Verständigung ist eine Fernsprechverbindung von der Wachtstube in der Stadt mit dem

Wächterhause hergestellt worden; der Aufruf des Wächters geschieht durch eine freistehende, weithin schallende Glocke, damit der Wächter den Aufruf auch hört, wenn er auswärts beschäftigt ist.

Zu den Anlagen am Röhrenteich ist noch zu rechnen: die Sandwäsche, wo der Reservefiltersand deponirt ist und der verunreinigte Sand gewaschen wird, dann ein angebautes Handmagazin und endlich das auf einer Erhöhung stehende Wächterhaus im Schweizerstyl, das nach den Plänen des Architekten Nebesky erbaut wurde und mit den Wirthschaftsgebäuden und den umliegenden Gartenanlagen einen sehr hübschen Anblick gewährt.

Wächterhaus.

Das Wächterhaus hat zwei Wohnzimmer, Küche und Watercloset, eine Kanzlei und gedeckte Veranda und ein Bodenzimmer. Im Keller befindet sich die Waschküche und Milchammer.

Röhrennetz und mechanische Ausrüstung.

Die Zuleitung des Wassers zur Stadt, die Anlage und Vertheilung des Röhrennetzes in derselben, bieten nicht viel Neues und kann ich mich daher in der Beschreibung kurz fassen.

Das Hauptzulaufrohr hat 300 mm Weite und ist bei Berechnung des Kalibers eine Leistungsfähigkeit von 180 m³ pro Stunde zu Grunde gelegt worden. Es ist 2—3 m tief verlegt worden.

Der Auftrieb des Wassers beträgt in der Geistgasse (529·6 m Seehöhe):

- | | |
|---|--------|
| a) bei vollgespanntem Teich bei 1800 m ³ Tageskonsum | |
| im Mittel | 22·8 m |
| bei 180 m ³ pro Stunde | 17·7 m |
| b) bei 1·5 m tieferem Wasserstand | |
| im Mittel | 21·3 m |
| bei 180 m ³ pro Stunde | 16·2 m |

Bei der Ausmittlung des Röhrennetzes galt der Grundsatz, die Röhren, mit Ausnahme der wenigen nebensächlichen Stränge, so in ein Netz zu fassen, dass eine gleichmässige Zirkulation des Wassers durch alle Theile erfolgt, ferner wurde das System der Hilfsrouten angewendet und die Dimensionirung der Stränge so gewählt, dass im Falle der Absperrung eines Stranges, der andere Arterien speist, letztere durch die Nachbarstränge voll versorgt werden können.

Die Hydranten liegen wegen Enge der Strassen bis auf drei im Niveau derselben.

23 Auslaufbrunnen haben Selbstverschluss nach System Dehne, jene an der Periferie erhielten einen schwachen permanenten Ausfluss.

Die zwei Monumentalbrunnen am Hauptplatz und ein reicher ausgestatteter Brunnen in der Budweisergasse erhielten permanenten Ausfluss.

Das gesammte Rohrnetz umfasst

300 mm weite Röhren in der Länge von	3 700·9 m
275 mm " " " " "	14·2 m
250 mm " " " " "	403·5 m
Fürtrag	4 118·6 m

Uebertrag .	4 118·6 m
150 mm weite Röhren in der Länge von	1 130·1 m
100 mm " " " " " "	2 563·2 m
80 mm " " " " " "	6 482·9 m
50 mm " " " " " "	106·0 m
Summa .	14 400·8 m
dann die Lukasteichleitung mit 150 mm weiten Röhren	984·5 m
Zusammen .	15 385·3 m

Ausserdem sind 84 Absperrschieber, 63 Hydranten, 6 Theilkästen, 12 Lufthähne und 1 Rückschlagventil vorhanden.

Der Bau und die Lieferung aller Materialien und Ausstattungsgegenstände wurde von der Gemeinde im Offertwege gegen Einheitspreise an die Firma Corte & Comp. in Prag vergeben und die Ausführung ward von dem Theilnehmer der Firma Zdenko Ritter von Wessely geleitet.

Das Rohrmateriale wurde von der Prager Eisenindustrie-Gesellschaft (Karl Emils-Hütte) und den erzherz. Albrecht'schen Werken geliefert. Die Brunnen, Hydranten und Schieber lieferten Bolzano & Tedesco in Schlan.

Als Bauführer fungirten Seitens der Bauleitung der Ingenieur Dobersberger und Seitens der Unternehmung die Ingenieure Schneider, Lindemann und Bergmann.

Ich sehe mich verpflichtet zu erklären, dass die Unternehmung in jeder Beziehung ihren Verpflichtungen nicht nur nachgekommen ist, sondern auch stets bestrebt war, das Beste zu leisten.

Der Bau wurde am 19. April 1886 begonnen und konnte schon am 18. November desselben Jahres das Wasser aus dem Lukasteich in das neugelegte Röhrennetz eingelassen werden. Von den drei Filtern trat eines am 10. November, das zweite am 16. November und das dritte am 10. Dezember in Thätigkeit. Am 19. Juni war der Röhrenteich soweit gefüllt, dass auch der Kühltisch in Aktion treten konnte und seither wird die Stadt direkt vom Röhrenteich aus versorgt.

Der bisherige Konsum betrug:

M o n a t	Pro Monat	Pro Tag	Liter pro Kopf
	in Kubik-Meter		
Mai	12 938	417	17·6
Juni	13 958	465	19·6
Juli	19 872	641	27·0
August	20 151	650	27·4
September	17 777	592	25·0
Oktober	17 742	572	24·1
November	18 126	604	25·4
Dezember	17 788	574	24·2

Zur Bespritzung und in den öffentlichen Anlagen wurden in den Sommermonaten 60—80 m³ pro Tag verbraucht

Seit dem 12. September wird auch die Bahnstation der österreichischen Staatsbahnen mit Wasser versorgt und hat pro Tag rund 35 m³ bezogen.

Die Qualität des Wassers ist aus der Analyse Nr. 33 der Tab. I zu entnehmen und zeigt die Analyse Nr. 32

die chemische Zusammensetzung desselben Wassers vor der Filtrirung.

Daraus ist zu ersehen, dass die Menge der organischen Substanz, die durch die Reinigung des Röhrenteichs vom Schlamm bereits auf 4·5 Theile in 100 000 Theilen Wasser gesunken ist, durch die Filtrirung bis auf 2·0 Theile in 100 000 Theilen Wasser reduziert werden konnte, was unstrittig als ein günstiger Effekt der Filter zu betrachten ist. Die Analysen des Wassers, wenn alle Teiche, und insbesondere der Röhrenteich, voll gespannt sein werden, wird uns zeigen, ob diese Menge organischer Substanz sich dann im Teichwasser nicht noch vermindern wird.

Aus einem Schreiben des Herrn Prof. Lenz erlaube ich mir dessen gutachtliche Meinung über die in der Analyse vom 13. Juli vorgefundene organische Substanz in der Anmerkung *) beizuschliessen.

Es wird die bakteriologische Untersuchung des Verbrauchwassers die Leser auch interessieren, zumal diese Analysen des Prof. Dr. Max Gruber zugleich eine wissenschaftlich korrekte Kritik über die Funktionirung der Filter abgeben.

Ich beziehe mich auf den in Beilage 2 beigegebenen Auszug aus dem Berichte des Prof. Dr. Max Gruber an das Bürgermeisteramt über die bakteriologische Untersuchung, wobei ich voraussende, dass die Filter am 29. März 1888 bereits durch 1¹/₄ Jahre funktionirten, der Sand in denselben nur zweimal, und zwar im Beginne des Sommers

*) ... Durch die Filteranlagen nimmt nun die organische Substanz des Teichwassers wieder um mehr als 50% ab (von 4·5 auf 2·0 Theile in 100 000 Theilen Wasser). Aber nicht nur die organische Substanz, sondern auch gewisse Mineralstoffe werden dadurch vermindert; nur fällt dies bei der Iglauer Filteranlage nicht so sehr in die Augen, weil das Teichwasser hier an derartigen Stoffen, wie die Analysen beweisen, sehr arm ist.

Was die Gesundheitsschädlichkeit eines Wassers anbelangt, so werden für die Mengen der einzelnen Bestandtheile und somit auch für die organische Substanz desselben von Seite der Aerzte sehr abweichende Grenzzahlen aufgestellt.

Bezüglich der organischen Substanz nennt Pettenkofer, eine Autorität, ein Wasser, dass in 100 000 Theilen 5 Theile durch übermangansaures Kalium zerstörbare organische Substanz enthält, trinkbar und unschädlich.

Kubel gestattet 3—4 Theile in 100 000 Theilen Wasser.

Wenn demnach ein Wasser in 100 000 Theilen nur 2·0 Theile organische Substanz enthält, so kann man wohl dieses Wasser als ein gutes Trinkwasser bezeichnen. Selbst wenn man von den genannten Grenzzahlen Pettenkofer's und Kubel's absieht, muss ein solches Wasser bezüglich seiner organischen Substanz als ein gutes und der Gesundheit nicht nachtheiliges Trinkwasser bezeichnet werden.

Was die Qualität der organischen Substanz anbelangt, so ist es nicht gleichgiltig, ob dieselbe dem Thierreiche oder dem Pflanzenreiche entstammt. Ist diese thierischer Abstammung, so wird sie als gesundheitsschädlich angesehen.

In diesem Falle enthält das Wasser viel Salpetersäure, Chlor, ferner Ammoniak, Salpetersäure und Schwefelsäure. Sind aber die organischen Substanzen in einem Genusswasser pflanzlicher Abstammung, so werden sie als nicht gesundheitsschädlich aufgefasst. Von letzterer Beschaffenheit sind aber die organischen Substanzen gegenwärtig in dem rekonstruirten Röhrenteich. Häufen sich diese Bestandtheile in der Sandschicht der Filter, und wird die Reinigung der Sandschicht verabsäumt, so ertheilen sie dem Wasser dann den unangenehmen Geschmack des Moders und Holzes. Ein solcher Fall ereignete sich auch einmal im vorigen Sommer etc.

Prof. Lenz.

und am Ende des Herbstes 1887 erneuert wurde — die Filter daher am 29. März 1888 volle sechs Monate, darunter das Filter I etwas länger ohne Erneuerung im Dienste standen.

Die Bakteriologen erkennen im Allgemeinen 300 Keime in 1 cm³ Wasser als zulässiges Maximum für ein Genusswasser, vorausgesetzt, dass nur harmlose Arten von Bakterien vorkommen.

Im unfiltrirten Wasser aus dem Röhrenteich ergab die Untersuchung die hohe Ziffer von 2500 Keimen, in den filtrirten Wässern der Stadtleitung nur mehr 27 bis 29 Keime in 1 cm³ Wasser.

Die Filter haben somit den hohen Keimgehalt des unfiltrirten Wassers auf ein solches Minimum gebracht, dass Prof. Dr. Max Gruber sagen konnte: Die gefundenen Zahlen gehören zu den niedersten bisher bei Trinkwässern gefundenen, zumal völlige Keimfreiheit des Wassers in der Praxis nicht zu erreichen ist. Dieses Urtheil von berufener Seite stellt wohl der Arbeit der Filter das glänzendste Zeugniß aus, und kann über die Güte des Wassers vom bakteriologischen Standpunkte kein Zweifel obwalten.

Bei rund 600 m³ täglichen Konsum wurden aus dem Niederschlagsgebiet von 368 ha ad hoc nur eine Wasserschicht von 59 mm konsumirt.

Beilage I.

Tabelle I.

Auszug aus den chemischen Analysen der Quell- und Brunnenwässer in und um Iglau von Prof. L. Lenz.
Milligramm in 100 cm³ Wasser (in 100 000 Theilen Wasser).

Post Nr.	Provenienz des Wassers	Abdampf-Rückstand	Salpetersäure-Anhydrid	Salpetrigsäure-Anhydrid	Chlor	Schwefelsäure-Anhydrid	Kalk	Magnesia	Ammoniak	Organische Substanz	Härte	Temperatur in °C.	Bemerkung
A. Mittlere Zusammensetzung des reinen Quellwassers um Iglau.													
1	Hirschbrunn-Quelle	11.791	1.757	0	1.537	0.575	1.804	0.624	0	0.665	2.677	8.1	Mittel aus 48 Analysen
2	in Jenikau	8.940	—	0.592	1.226	—	2.687	Sp.	0	1.083	3.000	7.3	im Mittel.
B. Zusammensetzung einiger Stadtbrunnenwasser.													
3	Wienergasse 38 . .	15.0	2.452	0.100	1.775	0	1.821	0.827	0	3.035	2.979	7	Quellwasser.
4	Badergasse 12 . . .	216.0	40.000	0.316	30.530	17.000	23.330	10.952	0.002	4.490	38.660	7	gelblicher Stich.
5	Hauptplatz 26 . . .	208.0	80.000	0.494	39.050	15.900	28.901	9.588	0.001	4.320	42.325	—	
6	" 43	199.0	41.860	0.335	33.370	8.000	27.870	14.140	0.015	1.855	47.666	7	
7	Judengasse 25 . . .	244.0	57.500	0.323	36.920	16.000	29.814	11.262	0.760	11.090	45.581	9	gelblicher Stich.
8	Gr. Kreuzgasse 14	206.0	75.000	0.418	24.140	23.000	27.870	10.989	0.010	7.900	43.255	9	gelblich.
9	Spitalgasse 15 . . .	276.0	79.080	0.266	58.930	19.200	37.631	29.998	0	6.380	79.628	8	gelblich.
10	Neugasse 4	208.0	33.912	0.646	33.370	16.000	29.055	10.198	0.002	10.935	43.333	5	gelblich.
11	Fleischhackerg. 52	212.0	38.660	0.335	42.600	21.000	42.129	9.908	0	0.620	56.000	5	trübe.
12	Brünnergasse 34 . .	150.0	31.466	0.589	24.140	12.800	16.896	8.169	0	15.040	28.333	8	gelb.
13	Kapuzinergasse 14	167.0	40.420	0.513	22.010	14.800	19.172	12.495	0.005	6.225	36.666	5	gelblicher Stich.
14	Kaserngasse 3	—	127.272	0.323	60.350	—	—	—	0	26.330	66.796	6	gelblich.
15	Leopoldgasse 36 (Keller)	168.0	36.532	0.614	28.400	21.000	18.796	7.526	0.042	3.870	29.330	7	gelblicher Stich.
16	Bahnhofgasse 3 . . .	365.0	95.440	0.409	73.130	22.800	44.908	10.478	0	22.100	59.578	6	gelb.
17	" 7	229.0	44.208	0.380	44.730	23.000	24.319	13.581	0.002	7.595	43.333	7	gelb.
18	" 9	182.0	29.579	0.627	36.210	18.000	20.588	9.341	0.008	12.000	33.666	8	gelb.
19	" 10	196.0	39.788	0	29.820	23.000	30.226	8.410	0.007	8.810	42.000	8	gelblich.
20	Hohlweg 18	137.0	27.788	0	23.785	11.800	16.598	8.144	0.007	20.050	28.333	7	stark gelb.
21	Stürzergasse 30 . . .	216.0	71.052	0.418	22.720	14.000	38.474	7.756	0.024	5.165	49.333	7	
22	Bräuhausgasse 4 . .	62.0	17.440	0	7.455	1.201	12.915	—	0	Sp.	—	9	
23	Bräuwegergasse 11	—	87.260	0.190	43.310	—	—	—	—	4.095	28.430	4	trüb.
24	Lederergasse 8 . . .	135.0	30.132	0.335	20.590	12.000	19.444	11.600	0.150	3.405	35.666	5	Quelle trüb.
25	Schwimmschulg. 12	191.0	58.660	0.304	44.620	17.000	35.488	12.508	0.020	4.250	53.000	8	
26	Spielberggasse 14	179.0	74.540	Sp.	34.080	12.800	32.187	24.183	0	3.795	65.994	9	
C. Zusammensetzung des städtischen Röhrenwassers.													
27	7./1. 1878 aus dem Röhrenteich	8.0	0.272	0	1.065	0	—	—	0	9.070	0.953	—	
28	22./10. 1878 aus dem Röhrenteich . . .	6.0	0.180	0	0.710	0	—	—	Sp.	10.855	1.248	—	
29	22./10. 1875 aus den Röhren in der Stadt	9.0	—	—	0.710	0.372	0.261	—	0	9.995	—	7.8	gelblicher Stich.
30	7./1. 1878 aus den Röhren in der Stadt	6.0	0.272	0	1.065	0	—	—	0	6.140	0.953	—	
31	22./10. 1884 aus dem Wasserkasten am Platz	6.0	0.132	Sp.	1.065	0	—	—	0	9.180	1.850	—	gelblicher Stich.
D. Zusammensetzung des Teichwassers vor und nach Filtrirung (nach Herstellung der neuen Wasserleitung).													
32	Teichwasser 13./8. 1887 vor der Filtrirung	8.0	0	0	1.065	—	—	—	0	4.500	2.0	—	} rein.
33	13./8. 1887 nach der Filtrirung	7.5	0	0	0.710	—	—	—	0	2.000	1.8	—	

Um das Verhältniss des verfügbaren Nutzwassers zur Niederschlagsmenge im Laufe der nächsten Jahre ziffermässig feststellen zu können, habe ich den Gemeinderath ersucht, zur Vornahme dieser Beobachtungen, also lediglich zu wissenschaftlichen Zwecken, die nöthigen Geldmittel zu bewilligen, die derselbe auch in bereitwilligster Weise genehmigte.

Dahin gehörte die Anlage der grossen Wassermesser in der Hauptzuleitung, die man auch hätte entbehren können, die Instrumente zur Messung des Ueberfallwassers, die Einrichtung der meteorologischen Station mit zusammen rund 4000 fl.

Gegenwärtig wird an den Wassermessern und am Ueberfall des Röhrenteich-Dammes alles Wasser gemessen, das aus dem Niederschlagsgebiet abfliesst. Die Niederschläge werden am Ombrometer abgelesen. Die Kapazität der Teiche ist bekannt und ihre Völle wird aus den Pegelständen berechnet. Aus diesen Daten ist man in der Lage, die Niederschlagsmenge und die Abfluss- und Verbrauchsmenge festzustellen.

Die Gesamtkosten der Anlage beliefen sich, abgerechnet die Kosten für die Einleitungen in die Häuser, die von den Parteien getragen werden, auf 317 466 fl., sie stellen sich somit pro Kopf der Bevölkerung bei 23 000 Seelen auf 13 fl. 80 kr., bei 30 000 Seelen auf 10 fl. 58 kr. ö. W.

Für das in die Häuser ohne Wassermesser geleitete Wasser, und gegenwärtig wurde in rund 400 Häuser das Wasser eingeleitet, wird vom Miethzinse 3% als Wasserzins berechnet. — Bei Gewölben und Magazinen wird nur 1% des Miethzinses bezahlt.

Für mehr als einen Auslauf in einem Stockwerk ist für jeden weiteren Auslauf 2 fl. pro anno zu entrichten. Hausgärten bis 200 m² sind frei, über dieses Ausmaass ist 1 kr. pro Jahr und 1 m² zu zahlen.

Weiter ist bestimmt pro Jahr:

Für ein Badezimmer	5 fl. — kr.
Für eine einspännige Equipage	5 " — "
" " zweisepännige "	10 " — "
Pro Pferd	2 " — "
" Rind	1 " 50 "
Bei Gewächshäusern pro 1 m ²	— " 15 "

Nur für Abgabe zu gewerblichen Zwecken ist der Wassermesser obligatorisch und werden dann 10 kr. pro 1 m³ entrichtet.

Trotz dieser relativ geringen Abgaben hat sich das investierte Kapital im ersten Betriebsjahre schon mit 4 1/2% verzinst.

Das Wasserwerk ist Eigenthum der Stadtgemeinde.

Beilage 2.

Auszug aus dem Berichte
über die

Bakteriologische Untersuchung des Verbrauchswassers in Iglau.

An das löbl. Bürgermeisteramt der königl. Stadt Iglau.

Am 23. d. M. 8 Uhr 45 Minuten erhielt ich die sechs zu untersuchenden Wasserproben, u. zw.:

1. Röhrenteich a) } unfiltrirtes Wasser.
2. " b) }

3. Aus Filter I.

4. " " II.

5. " der Rathhausleitung

6. " dem Wasserkasten am Hauptplatz

filtrirtes Wasser.

Die Flaschen waren vorschriftsmässig in Eis verpackt. Ihr Verschluss wurde überall in Ordnung befunden.

Die sofort vorgenommene mikroskopische Untersuchung der sechs Proben, sowie die der binnen 24 Stunden gebildeten Bodensätze ergaben, dass sämtliche Wässer frei von der sogenannten Wasserpest (*Crenothrix polyspora*) und verwandten Organismen waren.

Von jeder Wasserprobe waren je drei Aussaaten auf Nährgelatine gemacht worden, und zwar wurde je einmal 1 cm³ und zweimal 1/2 cm³ Wasser ausgesät. Das Ergebniss der Kulturen war Folgendes:

Bei ersten Besichtigung am 24. waren die Bakterienkolonien noch zu klein zur sicheren Zählung. Bereits am 25., Vormittags 9 Uhr, waren jedoch in den Kulturen aus Probe 1 und 2 (unfiltrirtes Wasser) zahlreiche dem Nährboden verflüssigende Kolonien zu so ausgiebiger Entwicklung gelangt, dass genaue Zählungen nicht mehr vorgenommen werden konnten. Approximative Zählungen an diesem Tage ergaben, dass je aus einem Kubik-Zentimeter des Wassers „Röhrenteich a)“ zirka 400—500 Bakterienkolonien zur Entwicklung gekommen waren. Darunter befanden sich so zahlreiche, energisch verflüssigende, intensive Fäulniss erzeugende Keime, dass am 26. Morgens alle drei Kulturplatten vollständig verflüssigt waren. Das Wasser „Röhrenteich b)“ war noch reicher an Keimen. Am 26. Morgens waren zwei der Kulturplatten soweit zerstört, dass eine Zählung nicht mehr vorgenommen werden konnte. Auf der dritten Platte wurden an diesem Tage 490, am folgenden Tage 1534 Kolonien gezählt. Da aber ein Theil der Platte schon verflüssigt war, so bezeichnen diese Zahlen nicht den vollen Keimgehalt des Wassers. Nach vorgenommenen Schätzungen wird man nicht irren, wenn man die Zahl der Keime in diesem Wasser auf etwa 2500 in 1 cm³ angibt.

Das Wasser der Probe 3 (Filter I) enthielt im Mittel 108 Keime in 1 cm³ (124, 84, 117), darunter 15 den Nährboden verflüssigende.

Das Wasser der Probe 4 (Filter II) enthielt im Mittel 23 Keime in 1 cm³ (18, 26, 26), darunter 2 den Nährboden verflüssigende.

Die Probe 5 (Rathhausleitung) enthielt im Mittel 27 Keime in 1 cm³ (24, 30, 29), darunter 4 den Nährboden verflüssigende.

Die Probe 6 (Wasserkasten am Hauptplatz) enthielt im Mittel 29 Keime in 1 cm³ (34, 23, 30), darunter 4 den Nährboden verflüssigende.

Aus den vorstehenden Ermittlungen ergibt sich, dass das unfiltrirte Wasser — wie nach seiner Herkunft von vornherein zu erwarten war — sehr reich an Keimen ist, dass sich unter diesen auch energische Fäulniserreger befinden. Das Wasser aus den Teichen könnte sowohl seiner Herkunft, als seinem Keimgehalte nach im unfiltrirten Zustande nicht als unbedenkliches Trinkwasser bezeichnet werden.

Erfreulicher ist der Befund bei den filtrirten Wässern aus der Stadtleitung. Die niederen Keimzahlen (27 und 29 in 1 cm³) lehren, dass am Tage der Probe-Entnahme die Filter tadellos gearbeitet haben. Völlige Keimfreiheit des Wassers ist in der Praxis nicht zu erreichen. Die gefundenen Zahlen gehören zu den niedersten, bisher bei Trinkwässern gefundenen. (Wiener Hochquellenwasser gegenwärtig 50—60 Keime in 1 cm³.) Sämtliche Kolonien gehörten den gewöhnlichen harmlosen Arten der ausgesuchten Wasserbewohner an.

Mit dem Befunde bei den Stadtwässern stimmt sehr gut der Befund bei der Probe Nr. 4, aus Filter II überein. Dieses Wasser erwies sich noch etwas keimärmer (23 in 1 m³, darunter 2 verflüssigende). Auch diese Untersuchung beweist die volle Wirksamkeit des Filters.

Zum Schlusse fasse ich mein Urtheil dahin zusammen, dass die Herkunft des Teichwassers, die Zahl und Eigenschaften seiner Keime es verbieten, dies Wasser unfiltrirt als Trink- und Nutzwasser zu verwenden; dass der Beschaffenheit der Filter und dem Filterbetriebe dauernd grösste Sorgfalt zuzuwenden ist; dass die Beschaffenheit des filtrirten Trinkwassers in der Stadt zur Zeit der Probe-Entnahme — vom bakteriologischen Standpunkte — tadellos war.

Wien, am 29. März 1888.

Hochachtungsvoll

Dr. Max Gruber m. p.
Universitäts-Professor.

Das Bremsen der Züge auf Eisenbahnen.

Von Roman Baron Gostkowski, General-Direktionsrath der österr. Staatsbahnen.

1. Die Wahl der Bremskraft.

Die Anforderungen, welche man an die Bremsen der Eisenbahnwagen zu stellen hat, dürfen nicht zu weit gehen, weil die Stösse, welche durch ein allzu rasches Anhalten des Zuges entstehen, dem Reisenden unangenehm, ja verderblich werden könnten. Der im Wagen sitzende Passagier, theilt nämlich die Geschwindigkeit des Zuges; bliebe der Zug plötzlich stehen, so würde der Reisende, da er die ihm mitgetheilte Geschwindigkeit noch nicht verloren hat, mit derselben in der Richtung der Fahrt an die Wand des Wagens geschleudert. Die Heftigkeit, mit der dies geschieht, hängt von der Fahrgeschwindigkeit ab, welche der Zug im Augenblicke des Wirksamwerdens der Bremse besitzt, und ist gerade so gross, als die Wucht, mit welcher der Reisende von der Höhe von $\frac{c^2}{2g} = h$ Meter fallend, auf den Boden anprallen würde; sobald c die Fahrgeschwindigkeit des Zuges in Meter pro Sekunde und $g = 9.81 m$ die Beschleunigung der Schwere bezeichnet.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Fallhöhen zusammengestellt, welche den auf Eisenbahnen üblichen Fahrgeschwindigkeiten entsprechen:

Gattung des Zuges	Fahrgeschwindigkeit in Meter pro Sekunde	Fallhöhe in Meter	Anmerkung
	c	h	
Güterzug	6	1.8	Hochparterre eines Hauses
Gemischter Zug	7	2.5	Erste Etage " "
Personenzug	12	7.3	Zweite " " "
Kourierzug	20	20	Fünfte " " "

Nimmt man an, dass ein Fall von der Höhe von $20 cm = \frac{1}{5} m$ für den Menschen ohne allen Schaden ist, so hat man damit auch schon gesagt, dass die durch das Bremsen bewirkte Aenderung der Fahrgeschwindigkeit die Grösse $p = \sqrt{2 \cdot g \cdot \frac{1}{5}} = 2$ Meter nicht übersteigen soll. Bezeichnet m die Masse des Zuges auf Kilogramm bezogen, so beträgt die Kraft K , welche die obgedachte Geschwindigkeits-Aenderung hervorbringt: $K = m \cdot p$ Kilogramm oder pro Tonne Zuglast $\frac{1000}{9.81} \cdot 2$, d. i. rund 200 kg.

Hieraus ist ersichtlich, dass der Widerstand, welcher durch das Bremsen des Zuges noch erzeugt werden kann, die Grösse von 200 kg pro Tonne gebremster Last nicht übersteigen darf, dass man also für Zwecke des Bremsens von Eisenbahnzügen keine grössere Kraft heranziehen darf, als eine solche, die höchstens 200 kg pro Tonne des zu bremsenden Gewichtes beträgt. Da die Reibung zwischen einem Wagenrade, dessen rollende Bewegung künstlich gehemmt wird, und der Schiene, jene Grösse nur unter ganz besonderen Verhältnissen erreicht, sonst aber kleiner ist als 200 kg pro Tonne Schienenruck, so wird man diese Kraft, für Zwecke des Bremsens der Eisenbahnzüge heranziehen können, ohne besorgen zu müssen, dass sie jemals grösser ausfallen könnte, als es wünschenswerth wäre.

2. Der Bremsdruck.

Man pflegt auf Eisenbahnen den künstlichen Bremswiderstand zumeist dadurch zu erzeugen, dass man an den Umfang der zu bremsenden Räder, Klötze mit solcher Gewalt anpresst, dass die Rotation der Räder auf jenes Maass herabgedrückt wird, welches der grössten Reibung zwischen Rad und Schiene entspricht. Im Nachfolgenden soll die Kraft ermittelt werden, welche auf sämtliche Bremsklötze des zu bremsenden Wagens ausgeübt werden muss, um dessen Räder festzustellen, ohne zu behaupten, dass hiedurch das Maximum der Bremswirkung erreicht werde.

Die Grösse des zum Feststellen des Rades erforderlichen Bremsdruckes kann nun entweder durch unmittelbare Versuche oder aber auch dadurch ermittelt werden, dass man auf bereits durchgeführte Messungen der Reibungen sich stützend, diesen Druck im Wege der Rechnung feststellt. Im Folgendem soll der letztere dieser beiden Wege betreten werden und dies deshalb, weil er eine bessere Einsicht in das Spiel der wirkenden Kräfte gewährt und weil die Resultate der Rechnung durch direkte Messungen ohnehin kontrollirt werden können.

Von dem Augenblicke an, in welchem die Bremsklötze an den Umfang der Räder des zu bremsenden Wagens angepresst werden, gerathen diese Räder unter den Einfluss zweier Kräfte, und zwar wirkt auf den Umfang derselben jene Kraft, welche die Rotation zu erhalten, und jene, welche dieselbe zu vernichten sucht. Beide Kräfte sind im Gleichgewichte, sobald der Beharrungszustand der Bewegung eintritt. Für diesen Zustand soll die Grösse dieser beiden Kräfte ermittelt werden.

Die Umfangskraft, welche das Rollen des Rades zu erhalten strebt, besteht aus zwei Theilen, und zwar aus der Kraft des Umschwunges der rotirenden Massen des Wagens und aus der Kraft der fortschreitenden Bewegung desselben, welche letztere Kraft numerisch gleich ist der Reibung zwischen den auf einer und derselben Achse aufgekeilten Rädern und der Schiene. Beträgt diese Kraft s Kilogramm pro Tonne des auf die Schiene durch eine jede Wagenachse ausgeübten Druckes, welcher seinerseits G Tonnen stark sein mag, so bezieht sich die Schienenreibung eines n -achsigen Wagens, auf $n G \cdot s = W \cdot s$ Kilogramm, sobald W das Gewicht des Wagens in Tonnen, bezeichnet. Beträgt die Winkelbeschleunigung der Rotation α Meter pro Sekunde, der Radhalbmesser r Meter und das Trägheitsmoment der rotirenden Räder, bezogen auf Kilogramm, wäre T , so beträgt die Kraft des Umschwunges der Räder eines Wagens bekanntlich $\left(\frac{\alpha}{r}\right) T$ Kilogramm. Die Gesamtkraft, welche das Rollen der Räder zu erhalten strebt, beträgt sonach:

$$\left[Ws + \left(\frac{\alpha}{r} \right) T \right]$$

Kilogramm.

Die Kraft hingegen, welche die Radrotation zu vernichten strebt, ist die Backenreibung. Wird auf sämtliche Bremsklötze des zu bremsenden Wagens ein Druck von D Tonnen ausgeübt und erzeugt jede Tonne dieses

Druckes zwischen Bremsklotz und Radumfang eine Reibung von b Kilogramm, so beträgt die gesammte Backenreibung $D \cdot b$ Kilogramm. Man hat sonach die Relation:

$$D \cdot b = \left(Ws + \frac{a}{r} T \right)$$

aus welcher der Bremsdruck D berechnet werden kann, welcher zum Feststellen der Räder eines Wagens erforderlich ist, wobei nur noch α und T des Näheren zu besprechen sind.

Was das Trägheitsmoment T anbelangt, so zeigte Professor A. Frank *), dass für die üblichen Eisenbahnwagen $\frac{T}{r^2} = 80$ gesetzt werden kann. Bezüglich der Winkelbeschleunigung α sei bemerkt, dass $\alpha \cdot r$ die Geschwindigkeitsänderung am Radumfang bezeichnet, also das ist, was man Beschleunigung der Vorwärtsbewegung nennt, und dass dieser Beschleunigung eine gleich grosse Verzögerung entgegenwirken muss, sobald der Beharrungszustand eintreten soll. Da nun die Masse einer Tonne des Wagengewichtes: $\frac{1000}{g} = \frac{1000}{9.81} = 102$ beträgt, so ist $\left(\frac{s}{102} \right)$ das Maass dieser Verzögerung. Man hat sonach $\alpha r = \frac{s}{102}$.

Unter Berücksichtigung dieser beiden Relationen, erhält man die Gleichung:

$$D = \left(\frac{s}{b} \right) \left[\frac{3}{4} + W \right]$$

in welcher bezeichnet: D den auf sämtliche Bremsklötze eines Eisenbahnwagens auszuübenden Druck in Tonnen, den sogenannten Bremsdruck, welcher erforderlich ist, um die Räder des rollenden Wagens festzustellen. W das Gewicht des zu bremsenden Wagens in Tonnen, s den Koeffizienten der Schienenreibung des festgestellten Rades, b den Koeffizienten der Backenreibung.

Unter Voraussetzung, dass diese beiden Koeffizienten gleich gross sind, was jedoch in der Praxis nie zutrifft, würde man zum Feststellen der Räder eines 10 t schweren Wagens eines Bremsdruckes von $D = 1 \left(\frac{3}{4} + 10 \right) = 10.75 t$ benöthigen.

Erwägt man, dass die grösste Bremswirkung, in Folge der elastischen Aufhängung des Wagenkastens schon eintritt, bevor noch die Wagen festgestellt worden sind, **) so gelangt man zur Einsicht, dass zur Erzielung der Maximalwirkung des Bremsens ein geringerer Bremsdruck zureichen wird, als jener ist, welcher zum Feststellen der Räder erforderlich ist und dessen Grösse durch den obigen Ausdruck dargestellt ist. Wird in Erwägung dieses Umstandes die Zahl $\frac{3}{4}$ gegenüber jener W vernachlässigt, was in der Praxis recht gut geschehen kann, da W zwischen 5 und 17 schwankt, so erhält man für die Grösse des Bremsdruckes, welche zur Erzielung der Maximalwirkung, also zum so-

nannten Vollbremsen (oder auch kurzweg Bremsen) erforderlich ist, den Werth:

$$D = a \cdot W,$$

wobei Kürze halber gesetzt wurde $a = \left(\frac{s}{b} \right)$. Aus dieser Formel ist ersichtlich, dass der zum Vollbremsen eines Eisenbahnwagens erforderliche Bremsdruck, mit dem Gewichte des zu bremsenden Wagens wächst.

Ein vollbelasteter Wagen bedarf sonach zum Bremsen eines stärkeren Bremsdruckes, als ein leerer vom gleichen Eigengewichte. Würde man wissen, dass $a = \frac{3}{4}$, so müsste der Bremsdruck eines 12 t schweren Wagens: $\frac{3}{4} \times 12 = 9 t$ betragen. Wollte man einen 16 t schweren Wagen vollbremsen (bremsen), so müsste auf sämtliche Bremsklötze desselben ein Druck von $\frac{3}{4} \times 16 = 12 t$ ausgeübt werden.

Der Vorgang aber, wie man sich denselben bezüglich des Bremsens auf Grund theoretischer Betrachtungen im Zusammenhalte mit den Versuchsergebnissen zurechtgelegt hat, besteht in Folgendem: durch das Anlegen der Bremsklötze wird eine Backenreibung und durch diese, eine zwischen Rad und Schiene erwachende Reibung hervorgerufen, welche der Bewegung des Wagens entgegenwirkt. Diese Schienenreibung verlangsamt die Fortbewegung des Wagens in demselben Maasse, als die Umfangsgeschwindigkeit der Räder durch die Backenreibung herabgemindert wird, so dass noch immer ein reines Rollen stattfindet. In dem Maasse, als der Bremsdruck, also auch die Backenreibung steigt, vergrössert sich auch die Schienenreibung. Der grösste Werth, den letztere erreichen kann, ist durch die Adhäsion, d. h. durch die gleitende Reibung der Ruhe, gegeben. Wird diese erreicht, so befindet sich das Rad an der Rollgrenze. In diesem Zustande hat das Rad seine Rotation noch nicht eingebüsst, es befindet sich noch relativ zur Schiene in Ruhe und eben diesem Zustande entspricht die grösste Wirkung des Bremsens. Würde man noch weiter bremsen, d. h. würde man den Bremsdruck noch mehr vergrössern, so würde alsbald, und zwar nach sehr kurzer Zeit, ein vollständiges Feststellen der Räder, also ein reines Gleiten derselben eintreten, und zwar deshalb, weil die zwischen Rad und Schiene wirkende Reibung bei zunehmender relativer Bewegung abnimmt, während die Backenreibung in Folge des stärkeren Druckes sich vergrössert.

3. Der mittlere Werth des Bremsdruckes.

Aus dem Vorhergehenden ist zu ersehen, dass der zum Vollbremsen eines Wagens erforderliche Bremsdruck durch das Verhältniss bestimmt wird, in welchem die Koeffizienten der Schienenreibung und Backenreibung zu einander stehen. Was zunächst den Koeffizienten der Backenreibung anbelangt, so zeigte Kapitän Douglas Galton *) in England, dass derselbe von der Umfangsgeschwindigkeit der rotirenden Räder abhängt, und zwar in der Weise, dass er mit zunehmender Schnelligkeit der Rotation kleiner wird.

*) Proceedings of the mech. Eng. 1878. S. 467. Engineering, 1879, Bd. XXVII. S. 371.

*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1883. S. 71.

**) Wöhler. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1867. S. 126. Lochner. Spezielle Eisenbahntechnik (Heusinger v. Waldegg) Locomotivbau. 1875. S. 762. Pippart. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1878. S. 231. Ferron l. c. 1878. S. 141. Douglas Galton. Proceeding of the Inst. of mech. Eng. 1878. S. 467—590. Meyer. Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaues. 1884. II. Theil, S. 112. Bartl. Der Civil-Ingenieur. 1885. S. 312. Studien über die Wirkung der Eisenbahnwagen-Bremsen, 1887. S. 15 des Sep.-Abdruckes.

Galton fand nämlich aus seinen, in den Jahren 1878 und 1879 auf der London-Brigthon Eisenbahn während der normalen Fahrt der Züge aufgenommenen Indikatormessungen, dass die Reibung gusseiserner Backen an stählernen Radgelenzen b Kilogramm pro Tonne des auf die Bremsbacken ausgeübten Druckes betrage, wobei b aus der folgenden Tabelle zu entnehmen ist:

Fahr- geschwindigkeit in Kilometer pro Stunde	Die Backenreibung b beträgt im		
	Maximum	Minimum	Mittel
	pro Tonne Druck auf die Bremsklötze		
	Kilogramm		
96.559	123	58	74
88.877	136	60	111
80.100	153	50	116
72.418	179	83	127
64.739	194	88	140
55.958	197	87	142
48.280	196	98	164
40.050	205	108	166
31.820	240	133	192
24.138	280	131	213
15.908	281	161	242
12.071	325	123	244
0	—	—	330

Da die Rotationsgeschwindigkeit der gebremsten Räder vom Momente des Anlegens der Bremse bis zum Augenblicke, in welchem die Rollgrenze erreicht wird, fortwährend abnimmt, so nimmt trotz gleichbleibenden Druckes auf die Bremsklötze die Backenreibung fortwährend zu. Das Gesetz dieser Zunahme ist aber aus der obigen Tabelle nicht zu ersehen und doch muss es bekannt sein, sobald man den mittleren Werth der veränderlichen Backenreibung kennen lernen will, da selbstverständlich nur ein solcher der Bremskonstruktion zu Grunde gelegt werden darf. Wird das Gesetz der Zunahme der Backenreibung mit der Abnahme der Rotationsgeschwindigkeit durch die Gleichung: $y = f(x)$ ausgedrückt, in welcher Gleichung x die variable Rotationsgeschwindigkeit, y die dieser Geschwindigkeit entsprechende Backenreibung bezeichnet, und rollt der zu bremsende Wagen mit der Geschwindigkeit c , so beträgt der mittlere Werth von y , welcher mit b bezeichnet werden soll:

$$b = \frac{1}{c} \int_0^c y \cdot dx$$

Kilogramm, für eine jede Tonne des auf die Bremsklötze ausgeübten Druckes.

Prof. Franke *) in Lemberg zeigte 1882, dass die in der letzten Vertikalkolonne der Galton'schen Tabelle aufgeführten Ziffern einem Gesetze unterliegen, welches durch den nachstehenden Ausdruck gekennzeichnet ist:

$$y = 290 \cdot e^{-\left(\frac{x}{25}\right)}$$

in welchem Ausdrücke $e = 2.718$ die Basis der natürlichen Logarithmen, x die veränderliche Rotationsgeschwindigkeit der Räder in Meter pro Sekunde, y die dieser Rotations-

geschwindigkeit entsprechende pro Tonne Bremsdruck entfallende Backenreibung in Kilogramm bezeichnet. Aus der folgenden Tabelle ist zu entnehmen, wie gut die Formel Franke's die Messungen Galton's darstellt. Des Ver-

Fahr- geschwindigkeit in Meter pro Sekunde x	Für eine jede Tonne des auf die Bremsklötze ausgeübten Druckes entfällt eine Reibung von b Kilogramm		
	Galton 1879	Franke 1882	Fliegner 1885
26.882	74	89	104
24.688	111	98	110
22.250	116	110	118
20.116	127	120	126
17.983	140	131	135
15.544	142	147	146
13.411	164	161	158
11.125	166	178	174
8.839	192	197	192
6.705	223	216	214
4.419	242	239	243
3.353	244	250	259
0	330	290	329

gleiches halber wurden in der vorstehenden Tabelle auch die Werthe angeführt, welche die Formel

$$b = \frac{4096}{12.46 + x}$$

gibt, welche Prof. Fliegner *) in Zürich im Jahre 1885 für die Eingangs mitgetheilten Galton'schen Versuchsziffern aufgestellt hat.

Unter Berücksichtigung der Formel Franke's erhält man für den gesuchten Mittelwerth der Backenreibung den Werth:

$$b = \frac{290}{\frac{25}{c} \left(e^{\left(\frac{c}{25}\right)} - 1 \right)}$$

oder falls die Exponentialgrösse des Nenners in eine Reihe entwickelt wird, den Näherungswerth:

$$b = \frac{290}{\left(1 + \frac{c}{50} \right)}$$

In dieser Formel bezeichnet also b den mittleren Werth der Backenreibung in Kilogramm, welchen man pro Tonne des auf die Bremsklötze ausgeübten Druckes erhält, und c die Rollgeschwindigkeit des Wagens in Meter pro Sekunde, welche er im Momente des Anlegens der Bremse hat.

Werden die Bremsklötze in dem Augenblicke an die rollenden Wagenräder angepresst, in welchem der Wagen mit einer Geschwindigkeit von 20 m sich bewegt, so beträgt der mittlere Werth der Reibung, welche vom Momente des Anlegens der Bremsen bis zum Eintritte der Rollgrenze, trotz ungeänderten Bremsdruckes ihre Grösse fortwährend ändert, der obigen Formel zu Folge: $b = 207 \text{ kg}$. Soll die Bremse so stark sein, dass durch deren Bethätigung die Wagenräder nur dann an die Rollgrenze kommen, wenn der Wagen nicht schneller als mit 10 m Geschwindigkeit im Momente des Anlegens der Bremsbacken rollt, so be-

*) Der Civil-Ingenieur. 1882. S. 207.

*) Schweizerische Bauzeitung. 1885. S. 19.

trägt die pro Tonne Bremsdruck im Mittel entfallende Backenreibung 242 kg. Zum Bremsen eines langsamer rollenden Wagens wird sonach ein kleinerer Druck auf die Bremsklötze genügen, weil die pro Tonne Bremsdruck entfallende Reibung in einem solchen Falle grösser ist.

Was den Koeffizienten der gleitenden Reibung anbelangt, so ist derselbe wie Galton's Versuche, von denen bereits die Rede war, lehren, gleichfalls veränderlich. Nach Regierungs- und Baurath Rüppel *) in Köln, beträgt derselbe für mittlere Verhältnisse:

$$s = 200 \cdot e^{-\left(\frac{x}{25}\right)}$$

Kilogramm pro Tonne des auf die Schiene ausgeübten Druckes, sobald x die augenblickliche Gleitgeschwindigkeit des festgestellten Rades (gemessen in Meter pro Sekunde) und $e = 2.718$ die Basis der natürlichen Logarithmen bezeichnet. Für die Rollgrenze muss, wie bereits erwähnt, für s jener Werth eingesetzt werden, welcher dem relativen Bewegungszustande Null, d. h. der Ruhe, entspricht. Diesen Werth gibt Rüppel's Formel für $x = 0$ und beträgt derselbe wie ersichtlich: $s = 200$ kg.

Werden diese beiden Werthe für s und b durch einander dividirt, so erhält man für den Quozienten $a = \left(\frac{s}{b}\right)$ den Werth:

$$a = \frac{2}{3} \left(1 + \frac{c}{50}\right)$$

und dieser Ausdruck gibt die Grösse des Druckes in Tonnen an, welcher pro Tonne Gewicht des zu bremsenden Wagens auf dessen Bremsklötze ausgeübt werden muss, falls durch das Bremsen die erreichbar grösste Wirkung erzielt werden soll.

Der zum Vollbremsen eines Wagens erforderliche Bremsdruck wächst sonach nicht nur mit dem Gewichte des zu bremsenden Wagens, sondern auch mit der Rollgeschwindigkeit, welche er im Momente des Anlegens der Bremsbacken besitzt.

Für die Rollgeschwindigkeit von 10 m pro Sekunde, beträgt beispielsweise der Druck, welchen man auf sämtliche Bremsklötze des mit dieser Geschwindigkeit rollenden Wagens ausüben muss, falls die erreichbar grösste Bremswirkung erzielt werden soll, 0.8 t, für die Rollgeschwindigkeit von 15 m dagegen schon 0.9 t für jede Tonne Gewicht des zu bremsenden Wagens, also 90 % des Wagengewichtes. Für die Rollgeschwindigkeit von 20 m wird, $a = 1$ und dies besagt, dass in einem solchen Falle der Bremsdruck gerade so gross sein muss, als das Gewicht des zu bremsenden Wagens.

Man wird sonach bei Personenwagen, da dieselben in Schnellzüge eingestellt werden, den Bremsdruck gleich ihrem Gewichte machen müssen, während bei Güterwagen, welche ausschliesslich mit Güterzügen laufen, es genügt, den Bremsdruck auf 90 %, nach Umständen sogar auf 80 % des Wagengewichtes zu ermässigen. Czernin **) veranschlagt

den Bremsdruck auf 100 %, Wichert *) und Grimm **) erachten einen Bremsdruck von 85 % des Wagengewichtes für genügend, Gassebner ***) glaubt mit 83 % das Auslangen zu finden etc. etc. Nimmt man für Güterwagen jenen Bremsdruck an, welcher einer Rollgeschwindigkeit von 15 m entspricht, und dies ist zum Mindesten nothwendig, da ja Fälle vorkommen, dass auch Güterzüge diese Geschwindigkeit erreichen, so bedarf es zum Vollbremsen eines 10 t schweren Güterwagens unter normalen Verhältnissen eines Bremsdruckes von mindestens $0.9 \times 10 = 9$ t. Ein 16 t schwerer Güterwagen bedarf eines Bremsdruckes von $0.9 \times 16 = 14.4$ t, während zum Vollbremsen eines 5 t schweren Wagens schon ein Bremsdruck von $0.9 \times 5 = 4.5$ t genügt. Treten jedoch Ausnahms-Verhältnisse, z. B. Glatteis ein, so wird zum Vollbremsen eines 10 t schweren Wagens möglicherweise auch noch ein etwas geringerer Druck als 9 t genügen.

4. Das Bremsgewicht eines Eisenbahnwagens.

Aus den klassischen und im grossen Maassstabe angestellten Messungen der Backenreibung bei fahrenden Zügen, welche Kapitän Douglas Galton in England durchgeführt hat, wurde im vorigen Paragrapho eine Formel abgeleitet, nach welcher der Druck berechnet werden kann, welcher auf sämtliche Bremsklötze eines Wagens ausgeübt werden muss, falls man unter normalen Verhältnissen die grösste Bremswirkung erzielen will. Es wurde gezeigt, dass dieser Druck nicht nur von der Rollgeschwindigkeit, sondern auch von dem augenblicklichen Gewichte des zu bremsenden Wagens abhängt.

Hieraus folgt, dass, sobald eine gewisse Maximalgeschwindigkeit für die Züge angenommen wird, bei welcher man noch die Möglichkeit haben will, durch Bethätigung der Bremsen die erreichbar grösste Wirkung zu erzielen, der zum Bremsen erforderliche Bremsdruck nur mehr von dem augenblicklichen Gewichte des zu bremsenden Wagens abhängig sein wird. Da aber dieses Gewicht bei einem und demselben Wagen, je nach dessen Ladung, verschieden gross ist, so folgt, dass der für die Maximalwirkung erforderliche Bremsdruck bei einem und demselben Wagen, je nach dessen augenblicklichem Gewichte, schwanken wird.

Dermalen scheint die Konstruktion einer Bremse, durch deren Bethätigung mit ein und derselben Kraft, verschieden grosse Drucke auf die Bremsklötze ausgeübt werden können, auf erhebliche Schwierigkeiten zu stossen, was nicht befremden darf, sobald erwogen wird, dass die Regulirung des Bremsdruckes nach Maassgabe des augenblicklichen Gewichtes des zu bremsenden Wagens erfolgen, und überdies einfach sein müsse. So lange wir eine derartige Konstruktion nicht besitzen, bleibt nichts anderes übrig, als für eine jede Kategorie der zu bremsenden Wagen ein für allemal einen gewissen Bremsdruck zu wählen und diesen Druck der neuen Konstruktion zu Grunde zu legen. Geschieht dies aber, so kann dieser fixe Bremsdruck, da er naturgemäss nur einem bestimmten Wagengewichte entspricht, für

*) Referat der Subkommission für die Revision des §. 185 der technischen Vereinbarungen. Budapest 1885. Beilage 7.

**) Die automatische Bremse. Prag 1881. S. 21.

*) Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen. 1886. S. 89.

**) Automatische und vielfache Vakuumbremse. Berlin 1883. S. 17.

**) Die Schnellbremse. Wien, ohne Jahreszahl.

andere Gewichte nicht zutreffend sein, d. h. er wird für das augenblickliche Gewicht des zu bremsenden Wagens nur in den seltensten Fällen passen. Im Allgemeinen wird er entweder zu gross oder zu klein, selten aber gerade recht sein.

So beträgt beispielsweise der fixe Bremsdruck eines offenen 7.1 t schweren deutschen Normalgüterwagens, nach Baurath Schrey*) 7.56 t. Zum Vollbremsen eines solchen leeren Wagens gehört nach Obigem bei einer Rollgeschwindigkeit von 15 m pro Sekunde, unter normalen Verhältnissen ein Bremsdruck von $0.9 \times 7.1 = 6.39$ t, da aber der fixe, d. h. der zur Disposition stehende Bremsdruck 7.56 t beträgt, so hat man, sobald die Bremse eines solchen Wagens bethätigt wird, einen Drucküberschuss von $(7.56 - 6.39) = 1.17$ t. So lange der Wagen leer ist, gelangt dieser Drucküberschuss natürlich nicht zur Verwendung, dies geschieht aber sofort, sobald in das Innere des Wagens Waare eingeladen wird. Ladet man 1.3 t Waare in den Wagen hinein, so steigt dessen Bruttogewicht auf $(7.1 + 1.3) = 8.4$ t. Da durch Anwendung des disponiblen Bremsdruckes von 7.56 t kein grösseres Wagengewicht zur vollen Bremswirkung gelangen kann, als das Gewicht von $\frac{7.56}{0.9} = 8.4$ t, der Wagen aber gerade so viel wiegt, so wird man durch Bethätigung der Handbremse desselben, den so belasteten Wagen eben noch vollbremsen können. Wird aber derselbe Wagen stärker, z. B. bis zu dessen Tragfähigkeit von 10 t belastet, so steigt dessen augenblickliches Bruttogewicht auf $(7.1 + 10) = 17.1$ t. Dieses Wagengewicht wird aber durch Antrieb der Bremse nicht mehr zur vollen Bremswirkung gebracht werden können, da der disponible Bremsdruck nur ausreicht, um die Räder eines 8.4 t schweren, nicht aber, um solche eines schwereren Wagens an die Rollgrenze zu bringen.

Wie gross aber die Bremswirkung ist, welche man erreicht, wenn der disponible Bremsdruck nicht jene Grösse hat, welche zum Vollbremsen des augenblicklichen Wagengewichtes erforderlich ist, lässt sich sofort ermitteln, sobald erwogen wird, dass aus der abgeleiteten Formel: $D = a W$, die Grösse des Gewichtes W , welches durch Anwendung des vorhandenen Bremsdruckes zur Vollwirkung gelangen kann, und welches Gewicht Bremsgewicht genannt werden soll, sich mit

$$W = \left(\frac{D}{a} \right)$$

Tonnen ergibt. Im vorliegenden Falle beträgt das Bremsgewicht: $\frac{7.56}{0.9} = 8.4$ t. Ist der zu bremsende Wagen gerade 8.4 t schwer, so wird dessen ganzes Gewicht zur Vollwirkung gelangen, was natürlich auch dann geschieht, wenn er leichter ist als 8.4 t. Ist er aber schwerer als 8.4 t, so kann von dessen augenblicklichem Gewichte nur ein Theil und zwar nur das Gewicht von 8.4 t, zur vollen Bremswirkung gebracht werden.

Unter Bremsgewicht versteht man sonach jenes Gewicht des zu bremsenden Wagens, welches vermöge des vorhandenen Bremsdruckes

zur vollen Bremswirkung gelangen kann, sobald das augenblickliche Gewicht des Wagens danach ist.

Mit dem gegebenen Drucke von D Tonnen wird man sonach keinen schwereren Wagen vollbremsen (dessen Räder an die Rollgrenze bringen) können, als einen solchen, dessen Gesamtgewicht W Tonnen beträgt. Wird der Wagen durch Zuladung von Waare schwerer, so wird der disponible Bremsdruck D zum Vollbremsen des grösseren Wagengewichtes nicht mehr zureichen, d. h. man wird die Räder des schwereren Wagens durch Bethätigung der Bremse nicht mehr an die Rollgrenze bringen können. Reicht beispielsweise der vorhandene Bremsdruck nur zum Vollbremsen eines 10 t schweren Wagens zu und erzeugt jede Tonne Gewicht eines so gebremsten Wagens an der Schiene eine Reibung von 200 kg, so beträgt die ganze Reibung, welche man durch den Antrieb der Bremskurbel an der Schiene erzielt: $10 \times 200 = 2000$ kg. Bremst man aber mit demselben Bremsdrucke einen 15 t schweren Wagen, so wird jede Tonne seines Gesamtgewichtes unmöglich mehr 200 kg Schienenreibung erzeugen können, weil ja dieser Reibungsbetrag der Rollgrenze entspricht, diese Grenze aber bei einer so schwachen Bremse nicht erreicht wird. Durch das unvollkommene Bremsen des 15 t schweren Wagens kann keine stärkere Schienenreibung erzeugt werden als jene ist, welche durch das Vollbremsen eines 10 t schweren Wagens hervorgebracht wurde, da ja diese Wirkung das Maximum dessen ist, was die Bremse vermöge des vorhandenen Bremsdruckes überhaupt leisten kann. Der unvollkommen gebremste, 15 t schwere Wagen wird sonach nicht mehr Schienenreibung als 2000 kg erzeugen können. Auf eine Tonne seines Gesamtgewichtes entfällt sonach eine Schienenreibung von $\frac{2000}{15} = 133$ kg, während bei einem vollgebremsten Wagen, die pro Tonne Schiendruck entfallende Reibung 200 kg betrug. Der 15 t schwere Wagen gibt sonach im vorliegenden Falle keine grössere Bremswirkung, als der 10 t schwere.

5. Der Bremsdruck in der Praxis.

Es wurde darauf hingewiesen, dass der Bremsdruck bei einem und demselben Wagen aus konstruktiven Gründen stets dieselbe Grösse haben müsse, ob der zu bremsende Wagen leer oder beladen ist. Nunmehr fragt es sich, wie gross dieser unveränderliche Bremsdruck zu machen ist, falls das Bremsen des Zuges (bei Wahrung der Verkehrssicherheit) mit Oekonomie vollzogen werden soll.

Macht man nämlich den Bremsdruck so gross, dass er nur zum Vollbremsen leerer Wagen zureicht, so wird man durch Bethätigung derlei Bremsen beladene Wagen nicht vollbremsen können. Wählt man den dagegen Bremsdruck so, dass durch Anwendung desselben auch beladene Wagen vollgebremst werden können, so wird man, falls diese Wagen leer geworden sind, einen Ueberschuss an Bremsdruck haben. Ein Ueberschuss an Bremsdruck hat aber den Nachtheil, dass durch Anwendung desselben die Räder des zu bremsenden Wagens festgestellt werden, dass man sonach nicht nur an Bremswirkung verliert, sondern auch den Uebelstand

*) Centralblatt der Bauverwaltung. Berlin 1888. S. 22.

hervorbringt, dass die Räder derlei Wagen unrund werden, d. h. dass sie sogenannte „flache Stellen“ erhalten.

Man ersieht sonach, dass sowohl ein zu starker, als auch ein zu schwacher Bremsdruck dem Betriebe nachtheilig ist. Der Betriebstechniker sieht sich sonach gezwungen, von zwei Uebeln das kleinere zu wählen. Welches aber von diesen beiden Uebeln das kleinere ist, das dürfte theoretisch kaum zu entscheiden sein, da ja die Betriebsverhältnisse der einzelnen Bahnverwaltungen so sehr verschieden sind, dass das, was die eine Bahn für das kleinere Uebel hält, von der anderen leicht als das grössere bezeichnet werden kann. Die einzelnen Bahnen werden nämlich von den Folgen eines Drucküberschusses verschieden getroffen. Jene Bahnen, bei denen das Bremsen während der Fahrt des Zuges unter normalen Verhältnissen nur selten, d. h. in kurzen Strecken zur Verwendung kommt, also Flachlandbahnen, werden die Folgen eines Ueberschusses an Bremsdruck leichter ertragen als jene Bahnen, bei welchen die Bremsen während der Fahrt des Zuges fast ununterbrochen in Thätigkeit sein müssen, wie dies beispielsweise bei Gebirgsbahnen zumeist der Fall ist. Da also die Folgen eines Ueberschusses an Bremsdruck den Flachlandbahnen keinen Nachtheil bringen, ein hoher Bremsdruck aber bei Zügen aus vollbelasteten Wagen ein namhaftes Ersparniss an Bremspersonal ermöglicht, so dürften derlei Bahnen den hochwerthigen Bremsen Vorzug geben. Bei Gebirgsbahnen dagegen hat ein Ueberschuss an Bremsdruck ob vieler Bremsstrecken eine erhebliche Abnützung der Radreifen und der Schienen zur Folge, bringt also Nachtheile hervor, die durch das Ersparniss an Bremspersonal bei Zügen aus vollbelasteten Wagen kaum gedeckt werden. Gebirgsbahnen dürften sonach niederwerthige Bremsen vorziehen.

Mit Rücksicht auf das Gesagte, sowie auf manche andere, hier nicht berührte Umstände, dürfte es kaum zu erwarten sein, dass bezüglich Feststellung eines bestimmten, für alle Bahnverwaltungen gleichen Bremsdruckes eine Einigung erzielt werden könnte. Immerhin aber kann man behaupten, dass die Praxis geneigt zu sein scheint, einen niederen Bremsdruck anzunehmen, und zwar einen solchen, der innerhalb der Grenzen von 3—4 t pro Wagenachse schwankt. So berichtet Hardy*), dass der Konstruktion zweiachsiger Güterwagen zumeist ein Bremsdruck von 6 t zu Grunde gelegt werde und halten Graef**) und Rudolff***) diesen Bremsdruck für entsprechend. Die offenen deutschen Normalgüterwagen haben, wie bereits erwähnt, einen Bremsdruck von 7.56 t†) und dürfte ein Bremsdruck von 9 t bei zweiachsigen Güterwagen nur selten vorkommen.

Mit Rücksicht darauf, dass das Gesamtgewicht eines vollbelasteten Güterwagens 16 und mehr Tonnen beträgt und zum Bremsen eines solchen Gewichtes unter normalen

*) Die Zweiwagenbremse. Berlin 1883. S. 6. — Oesterr. Eisenbahnzeitung. Wien 1883. S. 53, 82.

**) Referat der Kommission für die Revision des §. 185 der technischen Vereinbarungen. Budapest 1885.

***) Die Gewichtsbremse. Wien 1882. S. 9, 13.

†) Centralblatt der Bauverwaltung. Berlin 1888. S. 22.

Verhältnissen mindestens ein Bremsdruck von 12—14 t gehört, der übliche Bremsdruck aber im Allgemeinen kleiner ist, da er ja nur in seltenen Fällen bis auf 9 t ansteigt, gelangt man zur Einsicht, dass durch Bethätigung der auf Eisenbahnen üblichen, mit eisernen Bremsklötzen versehenen Handbremsen, die Räder vollbelasteter Wagen unter normalen Verhältnissen an die Rollgrenze nicht gebracht werden.

6. Der Bremswerth eines Eisenbahnwagens.

Die auf Eisenbahnen des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen zu Kraft bestehende Vorschrift, nach welcher die Anzahl der Bremsen bemessen wird, welche den verkehrenden Zügen beizugeben ist, hat zur Voraussetzung, dass die Bremsen so gebaut sind, dass durch Bethätigung derselben die Räder auch vollbelasteter Wagen nahezu festgestellt (an die Rollgrenze gebracht) werden. Da aber diese Voraussetzung, wie nachgewiesen wurde (§. 5), bei den üblichen Bremsen der Eisenbahnwagen im Allgemeinen nicht zutrifft, so kann sich die gedachte Vorschrift naturgemäss nur auf einen sozusagen ideellen Zustand beziehen. Angesichts dieses Umstandes sollte eine jede Bahnverwaltung ihre Bremswagen prüfen und für jeden derselben feststellen, wie weit dessen Bremsvorrichtung hinter jener Voraussetzung zurückbleibt. Eine jede Bahnverwaltung müsste also für jeden einzelnen ihrer Bremswagen jenen Theil des Gesamtgewichtes desselben ermitteln, welcher bei Bethätigung der Bremse zur vollen Bremswirkung gelangt, und müsste bei Ermittlung der Anzahl der dem Zuge beizugebenden Bremsen diesen so ermittelten Gewichtstheil, nicht aber das volle Gewicht des Wagens berücksichtigen.

Hiebei ist zu bemerken, dass der zur vollen Bremswirkung gelangende Gewichtstheil des zu bremsenden Wagens nicht lediglich von dem disponiblen Bremsdrucke, sondern ausserdem noch von dem augenblicklichen Gewichte des Wagens abhängig ist, daher für einen jeden gegebenen Fall besonders ermittelt werden muss. Diese Ermittlung gestaltet sich äusserst einfach, sobald am Langbaume eines jeden Bremswagens, dessen Bremsgewicht (§. 4), d. h. jenes Gewicht ein- für allemal angeschrieben wird, welches in Folge des disponiblen Bremsdruckes zur vollen Bremswirkung gelangen könnte, wenn das augenblickliche Gewicht des zu bremsenden Wagens es zulassen würde. Die Grösse dieses Bremsgewichtes beträgt aber, wie bereits erwiesen (§. 4)

$$W = \frac{D}{a}$$

Tonnen, sobald W das fragliche Bremsgewicht in Tonnen, D der disponible Bremsdruck des zu bremsenden Wagens gleichfalls in Tonnen und a den Koeffizienten bezeichnet, dessen Grösse wir für Güterwagen mit $a = \frac{9}{10}$ angenommen haben.

Wird nun in der Werkstätte für einen jeden einzelnen Bremswagen das ihm zukommende Bremsgewicht nach dieser Formel berechnet oder sonst auf irgendeine Weise, vielleicht durch eine direkte Messung ermittelt und am Langbaume des betreffenden Wagens angeschrieben, was ja ohne-

weilers geschehen kann, da das Bremsgewicht nur vom Bremsdrucke, nicht aber vom augenblicklichen Gewichte des zu bremsenden Wagens abhängt, also für einen und denselben Wagens stets konstant ist, so bedarf es zur Ermittlung jenes Theiles des augenblicklichen Gewichtes des Wagens, welches bei Anwendung des disponiblen Bremsdruckes thatsächlich zur vollen Bremswirkung gelangt, also zur Ermittlung des Bremswerthes nichts weiter, als einer Vergleichung des am Langbaume angeschriebenen Bremsgewichtes mit dem augenblicklichen Gewichte des zu bremsenden Wagens. Ist dieses Letztere ebenso gross oder grösser als das Bremsgewicht, so stellt das Bremsgewicht zugleich den Bremswerth des Wagens dar. Ist hingegen das augenblickliche Gewicht des Wagens kleiner als das Bremsgewicht, so stellt das augenblickliche Wagengewicht den Bremswerth dar.

Will man sonach den Bremswerth eines Bremswagens kennen lernen, so braucht man nur dessen augenblickliches Gesamtgewicht mit dem am Langbaume angeschriebenen Bremsgewicht zu vergleichen und die kleinere dieser beiden Zahlen zu nehmen.

Nimmt man, um einen bestimmten Fall vor Augen zu haben, für den Koeffizienten a den Werth $a = 0.9$ an, so beträgt in einem solchen Falle das Bremsgewicht W eines Wagens, bei welchem man über einen Bremsdruck von D Tonnen verfügt, $W = \frac{10}{9} D$ Tonnen. Einem Wagen, dessen Bremsdruck $9 t$ beträgt, entspricht sonach ein Bremsgewicht von $\frac{10}{9} \times 9 = 10 t$, und dieses Gewicht wird am Langbaume des fraglichen Wagens angeschrieben, unbekümmert darum, wie schwer der Wagen ist. Wiegt der Wagen gerade $10 t$ oder ist er schwerer, so gelangt nur dessen Bremsgewicht zur vollen Bremswirkung, wiegt er weniger als $10 t$, so gelangt sein augenblickliches Gesamtgewicht zur vollen Bremswirkung. Würde der Wagen $7 t$ wiegen, so betrüge dessen Bremswerth $7 t$, weil 7 kleiner ist als 10 ; würde er $15 t$ wiegen, so würde dessen Bremswerth $10 t$ betragen, weil 10 kleiner ist als 15 und man stets die kleinere der Ziffern für den Bremswerth zu nehmen hat.

Verlangt die Vorschrift, dass bei einem Zuge ein Gewicht von $30 t$ gebremst, d. h. zur vollen Bremswirkung gebracht werde und man verfügt über Bremswagen, deren

Bremsgewichte . . . 7 6 10 t, deren

Gesamtgewichte . . . 9 6 15 t

betragen, so wird man dem Bremsbedürfnisse von $30 t$ nicht etwa dadurch genügen, dass man diese drei Wagen durch Bremser bedienen lässt. Man würde nämlich hiedurch nichts weiter bewirken, als dass ein Gewicht von $(9 + 6 + 15) = 30 t$ auf bremsbaren Achsen gelagert und theilweise zur Bremswirkung gebracht, keinesfalls aber, dass ein solches Gewicht zur vollen Bremswirkung gelangt. Der Bremswerth des $9 t$ schweren Wagens beträgt nämlich nur $7 t$, jener des $6 t$ schweren $6 t$ und jener des $15 t$ schweren nur $10 t$. Das zur vollen Bremswirkung gelangende Gewicht beträgt sonach nur $(7 + 6 + 10) = 23 t$ und nicht $30 t$.

Würden dieselben Wagen anders beladen worden sein, etwa so, dass deren nunmehrigen Bruttogewichte der Reihe nach $9, 8, 7 t$ betragen, so hätte man die nachstehende Zusammenstellung:

Bremsgewicht . . . 7 6 10 t

Gesamtgewicht . . . 9 8 7 t

Die Bremswerthe der drei Wagen betragen in diesem Falle der Reihe nach: $7, 6, 7 t$, durch Bethätigung der so belasteten Wagen wird man sonach nicht mehr $23 t$, sondern nur $(7 + 6 + 7) = 20 t$ zur vollen Bremswirkung bringen, obgleich das Gesamtgewicht der benannten Wagen $(9 + 8 + 7) = 24 t$ beträgt.

7. Die retardirende Kraft gebremster Züge.

Man nennt die Reibung, welche ein gebremster Wagen an der Schiene erzeugt, die retardirende oder auch zurückhaltende Kraft der Bremse. Die grösste Schienenreibung entspricht dem Zustande der Rollgrenze (§. 2) und beträgt diese Reibung unter normalen Verhältnissen circa $200 kg$ für jede Tonne des auf der Schiene lastenden Druckes. Diesen Werth darf man jedoch der Berechnung nicht zu Grunde legen, sobald es sich um die Ermittlung des mittleren Werthes der zurückhaltenden Kraft eines Wagens handelt, also um jenen Werth, welchen die Schienenreibung vom Moment des Eintrittes der Rollgrenze bis zum Augenblicke des Stillstandes des Wagens im Durchschnitte annimmt.

Der allgemeine Werth der Schienenreibung wird, wie bereits gesagt, durch die Formel

$$s = 200 \cdot e^{-\left(\frac{x}{25}\right)}$$

dargestellt, in welcher bekanntlich s die pro Tonne Schienenruck auftretende Schienenreibung in Kilogramm, x die variable Geschwindigkeit des Wagens während der Auslaufdauer in Meter pro Sekunde und $e = 2.718$ bezeichnet. Beträgt die Geschwindigkeit des Wagens im Momente als die Bremse zur Vollwirkung gelangt c Meter pro Sekunde, so hat man für den fraglichen Mittelwerth der Schienenreibung bekanntlich

$$s = \frac{200}{c} \int_0^c e^{-\left(\frac{x}{25}\right)} dx$$

welcher Ausdruck nach vollzogener Integration in den nachfolgenden übergeht

$$s = \frac{5 \cdot 10^3}{c} \left[e^{-\left(\frac{c}{25}\right)} \right]$$

Drückt man die Anfangsgeschwindigkeit c statt in Metern pro Sekunde in Kilometern pro Stunde aus, und nimmt für diese Geschwindigkeit v die nachstehenden Werthe an, so gelangt man auf Grund der obigen Formel zu der nachstehenden Zusammenstellung:

v	s	v	s	v	s
0	200	35	166	65	142
10	189	40	161	70	139
15	184	45	157	75	136
20	179	50	153	80	133
25	175	55	150	85	129
30	170	60	146	90	126

aus welcher zu ersehen, dass die mittlere repressive Kraft einer Bremse 150 kg pro Tonne des Bremswerthes derselben beträgt, sobald der zu bremsende Wagen im Momente der Vollwirkung der Bremse mit einer Geschwindigkeit von 55 km pro Stunde rollt, dass jedoch diese Kraft auf 139 kg sinkt, sobald die Geschwindigkeit auf 70 km steigt.

Entwickelt man die Exponentialgrösse des vorstehenden Ausdrucks in eine Reihe, so erhält man für die repressive Kraft der Bremse, welche pro Tonne Bremswerth derselben entfällt, den einfachen Ausdruck:

$$s = 4(50 - c),$$

welcher in der Praxis gut verwendbar ist. In diesem Ausdruck bezeichnet s die pro Tonne Bremswerth des gebremsten Wagens durchschnittlich entfallende Schienenreibung in Kilogramm; c die Geschwindigkeit des Wagens im Momente des Eintrittes der Vollwirkung der Bremse, gemessen in Meter pro Sekunde. Veranschlagt man diese Geschwindigkeit bei Güterzügen auf 8 m, bei Personenzügen auf 15 m, bei Kourierzügen auf 20 m pro Sekunde, so beträgt die mittlere Schienenreibung der Reihe nach: 170, 140 und 120 kg für jede Tonne des Bremswerthes des zu bremsenden Wagens. Beträgt der Bremswerth des Wagens b Tonnen und bezeichnet r die totale Repressivkraft dieses Wagens in Kilogramm, so ist $r = s \cdot b$ und mithin

$$r = 4(50 - c) \cdot b$$

der Ausdruck für die Repressivkraft eines vollgebremsten Eisenbahnwagens. Die Repressivkraft eines Wagens vom Bremswerthe 10 t beträgt sonach, sobald das Bremsen desselben bei einer Geschwindigkeit von 20 m pro Sekunde vollzogen wird, nahezu $4(50 - 20) \cdot 10 = 1200$ kg, steigt dagegen auf $4(50 - 10) \cdot 10 = 1600$ kg, sobald der Wagen bei 10 m Geschwindigkeit gebremst wird.

Es muss bemerkt werden, dass die Repressivkraft eines W Tonnen schweren Wagens streng genommen etwas mehr als $r = 4(50 - c) \cdot b$ Kilogramm beträgt, weil r nur jene Schienenreibung ausdrückt, welche dem Bremswerthe b Tonnen entspricht, während die rollende Reibung des zur Bremswirkung nicht gelangten Wagengewichtes ($W - b$) Tonnen, nicht berücksichtigt wurde. Beträgt die Reibung, welche jede Tonne rollender Last auf der Schiene erzeugt, w Kilogramm, so entspricht dem vernachlässigten Gewichtstheile eine Reibung von $(W - b) \cdot w$ Kilogramm. Die totale Repressivkraft eines vollgebremsten, W Tonnen schweren Wagens, dessen Bremswerth b Tonnen beträgt, beziffert sich sonach auf:

$$r = w \cdot W + (s - w) \cdot b$$

Kilogramm. Hierbei bezeichnet also: r die gesammte Repressivkraft eines vollgebremsten Wagens in Kilogramm, w die pro Tonne rollender Last entfallende Schienenreibung in Kilogramm, s den mittleren Werth der repressiven Kraft der Bremse, welcher pro Tonne des Bremswerthes entfällt, gemessen in Kilogramm, b den Bremswerth des Wagens in Tonnen und W das augenblickliche Gewicht des gebremsten Wagens gleichfalls in Tonnen. Hierbei ist zu setzen:

$$s = 4(50 - c)$$

$$w = 3.1 + \frac{c^2}{210}$$

wobei c die Rollgeschwindigkeit des Wagens zur Zeit des Bremsens bezeichnet und in Meter pro Sekunde gemessen wird. Der Werth für w ist der Mittelwerth der rollenden Reibung, welche während der Auslaufdauer des Wagens thätig ist und welcher Werth sich aus den Versuchen des Professor Frank*) in Hannover ableiten lässt, die er im Jahre 1883 durchgeführt hatte.

Die Repressivkraft eines 5 t schweren Güterwagens, auf dessen Bremsklötze ein Gesamtdruck von 6 t ausgeübt wird, beträgt sonach bei einer Geschwindigkeit von 15 m pro Sekunde, da das Bremsgewicht des Wagens $\frac{10}{9} \times 6 = 6.6$ t, dessen Bremswerth daher nur 5 t beträgt (da die Ziffer 5 kleiner ist als die Ziffer 6.6), mithin $b = 5$, $W = 5$, $c = 15$, $w = 3.1 + \frac{15^2}{210} = 3.7$, $s = 4(50 - 15) = 140$, nach der obigen Formel: $r = 3.7 \times 5 + (140 - 3.7) 5 = 700$ kg. Würde der Bremsdruck desselben Wagens nicht 6 sondern 9 t betragen haben, und würde er 12 t wiegen, so betrüge dessen Bremsgewicht $\frac{10}{8} \times 9 = 10$ t, dessen Bremswerth sonach ebenfalls 10 t (da 10 kleiner ist als 12), Man würde in einem solchen Falle $b = 10$, $W = 12$, $c = 15$, $w = 3.7$, $s = 140$ und mithin

$$r = 3.7 \times 12 + (140 - 3.7) 10 = 1319 \text{ kg},$$

also fast doppelt soviel an retardirender Kraft haben, als früher.

Aus der obigen, die retardirende Kraft eines Wagens darstellenden Formel ist nunmehr die Repressivkraft abzuleiten, welche man durch das Bremsen einer Last von B Tonnen bei einem G Tonnen schweren Zuge erhält. Bezeichnet R diese repressive Kraft eines ganzen Zuges und wird dieselbe in Kilogramm gemessen, so ist:

$$R = w \cdot G + (s - w) \cdot B.$$

Bei einem, mit 10 m Geschwindigkeit rollenden, 130 t schwerem Zuge werden drei Bremsen bethätigt, deren Bremswerthe der Reihe nach 4, 8 und 12 t betragen, es fragt sich, wie gross der Widerstand sein wird, welchen man durch das Bremsen des Zuges unter solchen Umständen zu gewärtigen hat? Die Summe der Bremswerthe der zum aktiven Dienste herangezogenen Bremswagen beträgt hier $B = (4 + 8 + 12) = 24$ t, das Gesamtgewicht des Zuges ist: $G = 130$ t, dessen Geschwindigkeit zu Beginn des Bremsens: $c = 10$ m, ferner ist: $w = 3.1 + \frac{10^2}{210} = 3.6$ kg und $s = 4(50 - 10) = 160$ kg. Mithin die gesuchte Repressivkraft des gebremsten Zuges: $R = 3.6 \times 130 + (160 - 3.6) 24 = 4222$ kg, also rund $4\frac{1}{5}$ t.

8. Anhaltedistanz der Züge.

Im Vorhergehenden wurde die Grösse der repressiven Kraft berechnet, über welche man bei einem Zuge verfügen kann, sobald ein gewisser Gewichtstheil desselben zur Bremswirkung gelangt. Nunmehr soll die Wirkung ermittelt werden, welchen man durch die Anwendung dieser Repressivkraft erzielt, d. h. es soll die Distanz berechnet werden, auf welche hin ein frei rollender Zug durch die Bethätigung der

*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, 1883. S. 71.

Bremsen aufgehalten werden kann. Diese Distanz nennt man Anhaltedistanz des Zuges.

Die Anhaltedistanz eines Zuges lässt sich näherungsweise berechnen, sobald man erwägt, dass die Energie, welche der Zug im Momente der Bethätigung seiner Bremsen besitzt, durch die Arbeit vernichtet werden muss, welche die repressive Kraft während der Auslaufsdauer verrichtet. Bezeichnet M die Masse des Zuges, bezogen auf Kilogramm, so beträgt die Energie eines mit c Meter pro Sekunde rollenden Zuges nahezu $M \frac{c^2}{2} \text{ mkg.}$ Bezeichnet Δ den Weg in Meter, welchen der Zug vom Momente des Anlegens der Bremsen bis zum Stillstande durchläuft, so beträgt die gedachte Arbeit der Repressivkraft: $R \Delta \text{ mkg.}$ Man hat sonach die Gleichung:

$$M \frac{c^2}{2} = R \Delta,$$

aus welcher die Anhaltedistanz Δ berechnet werden kann. Besteht der G Tonnen schwere Zug aus n Wagen, so ist nach Frank*) $M = 102 G + 80 \cdot n$, da aber, wie nachgewiesen: $R = w G + (s - w) B$ ist, so erhält man für diese Anhaltedistanz den Ausdruck:

$$\Delta = \frac{51 \cdot G + 40 \cdot n}{w \cdot G + (s - w) B} c^2 \text{ Meter,}$$

welcher Ausdruck des Näheren bestimmt wird, sobald das Gewicht G des Zuges, dessen Fahrgeschwindigkeit c im Momente des Bremsens, die Anzahl n seiner Wagen, die gebremste Last B und die beiden Reibungen s und w bekannt sind.

Für einen aus 10 Wagen bestehenden, 100 t schweren Zug, welcher mit 15 m pro Sekunde rollt und bei welchem die gebremste (zur Vollwirkung gebrachte) Last 50 t beträgt, hat man:

$$w = 3 \cdot 1 + \frac{15^2}{210} = 4 \text{ kg}$$

und $s = 4 (50 - 15) = 140 \text{ kg}$, weiters ist: $c = 15$, $n = 10$, $G = 100$, $B = 50$, mithin die Anhaltedistanz $\Delta = 172 \text{ m.}$

Die oben entwickelte Formel lehrt, dass die Anhaltedistanz eines frei rollenden Wagenzuges abhängig ist von dem Gesamtgewichte und der Anzahl der Wagen, von der Grösse der gebremsten Last (Summe der Bremswerthe) und von der Rollgeschwindigkeit im Momente des Anlegens der Bremsen. Für den speziellen Fall, dass die Summe der Bremswerthe der bemannten Bremswagen gleich ist dem Zugsgewichte, für den Fall also, dass sämtliche Wagen des Zuges gebremst werden (zur vollen Bremswirkung gelangen), erhält man unter der Annahme, dass das durchschnittliche Gewicht eines Güterwagens 10 t betrage, für die kleinste Distanz, auf welche hin fahrende Züge durch das Bremsen angehalten werden können, die Näherungsformel:

$$\Delta_{\min.} = 55 \left(\frac{c^2}{s} \right) \text{ Meter.}$$

Setzt man in diese Formel $s = 4 (50 - c)$ und $c = 10$; nimmt also $s = 160$ an, so erhält man für die minimale Anhaltedistanz eines Zuges die Näherungsformel:

$$\Delta = \frac{c^2}{3},$$

welche Näherungsformel ihre Bestätigung bereits in der Praxis gefunden hatte. Eisenbahn-Direktor Wichert*) in Berlin, fand nämlich für Züge, welche mit einer Geschwindigkeit von 75 km pro Stunde fahren, die nachstehenden Anhaltedistanzen:

Von der Gesamtzahl der Achsen sind gebremst	Luftdruckbremsen							
	System Westinghouse				System Carpenter			
	Anzahl der Achsen beim Zuge							
	16	24	32	40	16	24	32	40
	Anhaltedistanz in Meter							
1/4	650	665	680	695	680	705	730	760
2/4	455	455	455	455	490	510	540	565
3/4	355	345	345	355	405	425	450	485
4/4	295	285	285	295	350	375	410	450

und zeigte, dass die kürzeste Distanz, auf welche Züge durch Luftdruckbremsen angehalten werden können, $\Delta = 0.0236 \cdot v^2$ Meter beträgt, sobald v die Rollgeschwindigkeit des Zuges im Momente des Anlegens der Bremsen bezeichnet und in Kilometer pro Stunde gemessen wird. Wird in diese Formel die Geschwindigkeit in Meter pro Sekunde ausgedrückt, so erhält man nahezu $\Delta = \frac{c^2}{3}$, d. h. die obige, auf Grund theoretischer Beobachtungen abgeleitete Formel.

Die kürzeste Distanz, auf welche ein mit 20 m pro Sekunde rollender Zug mit Luftdruckbremsen angehalten werden kann, beträgt sonach: $\Delta = 133 \text{ m.}$ Die bisher für die Anhaltedistanz entwickelten Formeln beziehen sich sämtlich auf eine horizontale Bahn. Sollen aber Züge in Gefällen angehalten werden, so muss die Arbeit $R \Delta$ der repressiven Kraft nicht nur die Energie $M \frac{c^2}{2}$ überwinden, welche der rollende Zug im Momente des Anlegens der Bremse hat, sondern auch jene Arbeit, welche die Schwerkraft-Komponente verrichtet, wenn sie den G Tonnen schweren Zug abwärtszieht. Diese Schwerkrafts-Komponente beträgt in einem Gefälle von $m^0/00$, bekanntlich m Kilogramm pro Tonne des Zugsgewichtes, bei einem G Tonnen schweren Zug beträgt sie sonach $m G$ Kilogramm. Soll nun der Zug auf die Distanz Δ Meter angehalten werden, so beträgt diese Arbeit $m G \Delta$ Meterkilogramm. Für einen, in einem Gefälle von $m^0/00$ rollenden Zug besteht sonach die Gleichung:

$$R \Delta = M \frac{c^2}{2} + m G \Delta,$$

aus welcher, durch Substitution des Werthes für M , die nachstehende Formel sich ergibt:

$$\Delta = \frac{51 G + 40 n}{(s - w) B - (m - w) G} c^2.$$

Setzt man in diese allgemeine Formel für die Anhaltedistanz der Züge, wie dies früher geschah: $B = G$ und nimmt $G = 10 n$, so erhält man für die kürzeste Anhaltedistanz den Näherungswert:

$$\Delta_{\min.} = \frac{55 c^2}{s - m} \text{ Meter.}$$

*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, 1883. S. 71.

*) Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen, 1886. Heft Nr. 221, S. 87.

Ein, in einem Gefälle von 20‰ , mit einer Geschwindigkeit von 10 m rollender Zug wird sonach, selbst wenn alle Wagen desselben vollgebremst werden, auf eine kürzere Distanz als auf 40 m nicht angehalten werden können.

Zum Schlusse mag bemerkt werden, dass aus den bekannten Kasseler Bremsversuchen*) zu folgen scheint, dass man für Handbremsen eine Anhaltedistanz von 500 bis 600 m wird in der Praxis annehmen müssen, wenn Stösse, welche den Reisenden unangenehm fallen könnten, gänzlich vermieden werden sollen.

9. Anzahl der Bremsen bei Zügen.

Die Anzahl der Bremsen, welche die Züge führen sollen, hängt von der Distanz ab, auf welche hin die Züge durch das Bremsen zum Stillstande gebracht werden sollen. Ist diese Distanz (Anhaltedistanz) gegeben, so braucht man nichts weiter zu thun, als aus der allgemeinen Formel, welche im vorigen Paragraphen für die Anhaltedistanz abgeleitet wurde, die Last B zu berechnen, welche zur vollen Bremswirkung gelangen muss, sobald der Zug auf die gegebene Distanz Δ zum Stillstand gebracht werden soll.

Man erhält dann aus der gedachten Formel:

$$B = \frac{1}{s-w} \left[\frac{51 G + 40 n}{\Delta} c^2 + (m-w) G \right]$$

für die Grösse der zur vollen Bremswirkung zu bringenden Last in Tonnen.

Ein 100 t schwerer, aus 12 Wagen bestehender, mit einer Geschwindigkeit von 15 m fahrender Zug soll in einem Gefälle von 25‰ auf eine Distanz von 600 m durch Betätigung von Bremsen angehalten werden, deren Bremswerthe 8 , 10 und 12 Tonnen betragen. Es fragt sich, wie viele Bremsen dieser Kategorie wird man aktiv machen müssen, um der gestellten Anforderung zu entsprechen? Hier ist: $G = 100$, $n = 12$, $m = 25$, $c = 15$, $\Delta = 600$, $s = 4(50 - 15) = 140$, $w = 3.1 + \frac{15^2}{210} = 4$, und für diese Werthe liefert die obige Formel: $B = 30\text{ t}$, was besagen will, dass die Summe der Bremswerthe der aktiv zu haltenden Bremsen 30 t betragen müsse. Da man Bremsen von 8 , 10 und 12 t Bremswerth zur Disposition hat, so wird man von jeder dieser Gattung eine Bremse bethätigen, weil in einem solchen Falle die Summe der Bremswerthe $B = (8 + 10 + 12) = 30$ gibt.

In der Eisenbahnpraxis pflegt man das aktiv zu machende Bruttogewicht B , nicht in absoluten Zahlen auszudrücken, wie dies hier geschehen ist, sondern man gibt es in Prozenten des Zugsgewichtes an. Man fragt also nicht nach der Grösse B , sondern nach der Grösse $\left[100 \frac{B}{G} \right] = z$, welche Grösse man Bremsprozent benannt hat. Aus der vorigen Formel erhält man:

$$z = \frac{100}{s-w} \left[\frac{40 \left(1.3 + \frac{n}{G} \right)}{\Delta} c^2 + (m-w) \right]$$

für die Grösse des Bremsprozentos.

*) Referat der technischen Kommission für die Revision des §. 185 der technischen Vereinbarungen. Budapest 1885. Beilage IV. S. 5.

Ein 80 t schwerer, aus 10 Wagen zusammengestellter, in einem Gefälle von 8‰ mit einer Geschwindigkeit von 20 m pro Sekunde rollender Zug soll auf eine Distanz von 500 m angehalten werden. Es fragt sich, wieviel Prozent der Zuglast muss man bremsen, um den beabsichtigten Zweck zu erreichen? Hier ist: $G = 80$, $n = 10$, $c = 20$, $m = 8$, $\Delta = 500$, $s = 4(50 - 20) = 120$, $w = 3.1 + \frac{20^2}{210} = 5$. Mit Hilfe dieser Daten ergibt sich aus der vorstehenden Formel: $z = 42\%$ und dies will heissen, dass man 42% der Zuglast, also ein Gewicht von $0.42 \times 80 = 33.6\text{ t}$ zur vollen Bremswirkung bringen muss, wenn der gedachte Zug unter obigen Umständen auf eine Distanz von 500 m zum Stehen gebracht werden soll. Hat man Bremsen von 10 und 15 t Bremswerth zur Verfügung, so wird man entweder vier Bremsen jede zu 10 t , oder zwei Bremsen à 15 t und eine Bremse à 10 t Bremswerth betätigen müssen. Im ersteren Falle müssen vier Bremsen zur Dienstleistung herangezogen werden, im letzteren genügen deren drei.

Vernachlässigt man in der obigen Formel die Grösse $\left(\frac{n}{G} \right)$ Angesichts der Ziffer 1.3 , und setzt ausserdem $\Delta = 500$, $w = 0$, $s = 100$, was ja für Ueberschlagsrechnungen ohne weiters geschehen kann, so erhält man die Näherungsformel: *)

$$z = \left(m + \frac{c^2}{50} \right).$$

Setzt man in diese Formel $c = 0$, so erhält man $z = m$, und dies besagt, dass, um einen Zug, welcher in einem Gefälle von $m\text{‰}$ steht, also nicht rollt, vor dem Zurückrollen zu sichern, man so viele Prozente seines Gewichtes zu bremsen habe, als das Bahngefälle Millimeter pro Meter seiner Länge hat. Um also einen im Gefälle von 25‰ ($1:40$) stehenden Zug vor dem Zurückrollen zu sichern, muss man 25% , d. i. ein Viertel seines Gewichtes, zur vollen Bremswirkung bringen. Die Summe der Bremswerthe der aktiv zu haltenden Bremsen muss sonach 25% des Zugsgewichtes betragen.

Bei der Entwicklung der vorstehenden Formeln wurde die stillschweigende Voraussetzung gemacht, dass die betätigten Bremsen sämmtlich in demselben Augenblicke in Wirksamkeit treten, in welchem das Signal zum Bremsen gegeben wurde. Diese Voraussetzung könnte allenfalls noch für kontinuierliche Bremsen gelten, oder wenn man weit gehen will, für sogenannte Schnell- und Maschinenbremsen, weil bei diesen der Leerlauf der Bremse in Wegfall kommt; für die gewöhnlichen Handbremsen jedoch, wie solche bei Güterzügen fast durchwegs verwendet werden, kann und darf eine derartige Voraussetzung nicht gemacht werden. Bei den gewöhnlichen Handbremsen unserer Güterwagen ist vor Allem die Zeit zu berücksichtigen, welche vom Augenblicke der Wahrnehmung des Bremsignales bis zum Eintritte der vollen Bremswirkung verfliesst und welche Zeit erfahrungsgemäss auf rund 10 Sekunden zu veranschlagen ist. Während dieser Zeit macht der mit einer Geschwindigkeit

*) Petrosi. Referat der Subkommission für die Revision des §. 185 der technischen Vereinbarungen. Budapest 1885. Beilage II. S. 5.

keit von c Meter pro Sekunde rollende Zug einen Weg von $10c$ Meter, welcher Weg in die Anhaltedistanz einbezogen zu werden pflegt, obwohl er nicht unter dem Einflusse der Bremsen durchlaufen wurde.

Will man richtig rechnen, so muss man diesen Umstand berücksichtigen, d. h. man muss von dem Wege Δ den Weg $10c$ Meter in Abschlag bringen, weil unter Einwirkung der Bremsen nicht der Weg Δ , sondern jener $(\Delta - 10c)$ durchlaufen wurde. Berücksichtigt man dieses, vernachlässigt ausserdem in der allgemeinen für das Bremsprozent gegebenen Formel, w gegen s , was ja ohne einen merklichen Fehler stets geschehen kann, setzt ferner $s = 4(50 - c)$, so übergeht die obgedachte Formel in die nachfolgende:

$$z = \frac{25}{50 - c} \left[\frac{55}{\Delta - 10c} c^2 + (m - w) \right]$$

und diese ist die Grundformel für die Berechnung des Bremsprozentos. In derselben bedeutet also:

z ... das Bremsprozent, d. h. die zu bremsende Last, ausgedrückt in Prozenten des Zugsgewichtes;

Δ ... die Distanz in Meter, auf welche hin der Zug angehalten werden soll;

c ... die Rollgeschwindigkeit des Zuges im Momente des Anlegens der Bremsen, gemessen in Meter pro Sekunde;

m ... das Bahngefälle in Millimeter, pro Meter seiner Länge;

$w = \left(3.1 + \frac{c^2}{210} \right)$ den Widerstand der rollenden Räder, in Kilogramm pro Tonne des auf bremsfreien Rädern lagernden Gewichtes.

Bei einem, mit $10m$ Geschwindigkeit, in einem Gefälle von 15‰ rollenden Zuge, müssen sonach 14% seines Gesamtgewichtes zur vollen Bremswirkung gelangen, falls der Zug auf eine Distanz von $600m$ zum Stillstande gebracht werden soll. Hier ist nämlich: $c = 10$, $m = 15$, $w = 3.1 + \frac{c^2}{210} = 3.6$, $\Delta = 600$ und für diese Werthe gibt die vorstehende Formel: $z = 14$. Wiegt der Zug $100t$, so müssen $14t$ seines Gewichtes gebremst werden. Verfügt man beim Zuge über Bremsen von $7t$ Bremswerth, so genügen zum Anhalten desselben, $\frac{14}{7} = 2$ Bremsen.

Setzt man in die vorstehende allgemeine Formel für m und c verschiedene Werthe, so erhält man unter Voraussetzung einer Anhaltedistanz von $600m$ die nachfolgende Tabelle:

Gefälle ‰	Für die Rollgeschwindigkeiten			
	5	10	15	20
	Meter pro Sekunde beträgt das Bremsprozent für einen auf $600m$ anzuhaltenden Zug			
5	2	8	21	47
10	5	11	24	50
15	8	14	27	—
20	11	17	30	—
25	14	20	33	—

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, dass bei einem Zuge, welcher über ein Gefälle von 20‰ mit einer Geschwindigkeit von $10m$ pro Sekunde rollt, 17% seines Gesamtgewichtes zur vollen Bremswirkung gelangen müssen, falls man die Möglichkeit haben will, diesen Zug durch Betätigung der Bremsen auf eine Distanz von $600m$ anzuhalten. Wieviel Bremsen aber hiezu erforderlich sein werden, dies wird lediglich von dem Bremswerthe derselben abhängen.

10. Vergleich der Theorie mit der Praxis.

In den vorhergehenden Paragraphen wurden die Prinzipien entwickelt, nach welchen die Anzahl der den Zügen beizugebenden Bremsen ermittelt werden kann. Nunmehr soll gezeigt werden, inwieferne diese Prinzipien in der Eisenbahnpraxis Verwerthung gefunden haben.

Die heute im Vereine deutscher Eisenbahnverwaltungen zu Kraft bestehende Vorschrift über die Ermittlung der Anzahl der Bremsen bei Zügen stammt noch aus dem Jahre 1850 und wurde auf Grund von Erfahrungen aufgebaut, welche man mit hölzernen Bremsklötzen gemacht hatte. Diese Vorschrift ist aus der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

Gefälle ‰	Es soll gebremst werden bei	
	Personenzügen	Güterzügen
	von den vorhandenen Räderpaaren der nachstehende Theil	
2	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{12}$
$3\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{10}$
5	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{8}$
10	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{7}$
$16\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$
25	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$

In Oesterreich tritt insoferne eine Aenderung ein, als dass das Bremsverhältniss nicht nach der Anzahl Achsen, sondern nach dem Bruttogewichte des Zuges zu nehmen ist. Danach müssen also auf österreichischen Bahnen in einem Gefälle von 10‰ rollende Güterzüge ein Siebentel ihrer Gesamtlast auf gebremsten Achsen gelagert haben, und versteht man nach der zu Kraft bestehenden Vorschrift unter gebremster Last nicht die Summe der Bremswerthe der zur Dienstleistung herangezogenen Bremsen, sondern die Summe der augenblicklichen Gewichte derselben.

Man ersieht sonach, dass dieser Tabelle wesentliche Mängel anhaften. Sie enthält nämlich nur zwei Abstufungen bezüglich der Rollgeschwindigkeit der Züge, indem sie nur einen Unterschied zwischen Personen- und Güterzügen macht, statt die Bremsverhältnisse für alle möglichen Geschwindigkeiten anzugeben, dann hat sie ungenügende Abstufungen bezüglich der Gefälle und endlich lässt sie die Thatsache unberücksichtigt, dass die Wagen die verschiedensten Bremsdrucke haben, daher nothwendig einen verschiedenen, nicht immer mit deren augenblicklichem Gewichte zusammenfallenden Bremswerth besitzen.

In der Absicht, den beiden erstgenannten Mängeln abzuhelpen, den Mängeln nämlich bezüglich der Unzuläng-

lichkeit der Abstufungen der Fahrgeschwindigkeit und der Gefälle, wurde der Generalversammlung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen im Jahre 1886 eine Formel unterbreitet*), nach welcher für eine jede Fahrgeschwindigkeit und für ein jedes Bahngefälle das Bremsprozent ermittelt werden kann. Diese, auf Grund theoretischer Erörterungen und umfassender Versuche aufgebaute, von der Generalversammlung zwar angenommene, von der Mehrzahl der Eisenbahnverwaltungen jedoch nicht acceptirte Formel lautet: **)

$$z = 5 + \frac{1}{f} \left[\frac{0.4 v^2}{600 - 1.5 v - 13 m} + \frac{m - w}{10} \right]$$

und bezeichnet in derselben:

z ... das Bremsprozent, d. h. die zu bremsende Last ausgedrückt in Prozenten des Gesamtgewichtes des Zuges;

v ... die Rollgeschwindigkeit des Zuges im Momente des Anlegens der Bremsen, gemessen in Kilometer pro Stunde;

m ... das Bahngefälle in Millimeter pro Meter Bahnlänge;

$$w = 2.5 + \frac{v^2}{3000};$$

$$f = \frac{18}{v} \left[1 - \frac{1}{e^{\left(\frac{v}{90}\right)}} \right]$$

wobei $e = 2.718$ die Basis der natürlichen Logarithmen bezeichnet. Substituirt man in diese Formel statt m und v spezielle Werthe, so erhält man die nachstehende Tabelle:

Gefälle ‰	Bremsprocente für die Geschwindigkeiten von							
	20	30	40	50	60	70	80	90
	Kilometer pro Stunde							
0	6	7	10	15	22	31	42	56
2.5	7	9	13	18	25	34	46	62
5	8	11	15	20	28	38	52	69
6.7	9	12	16	22	30	41	55	—
10	11	14	19	26	35	48	64	—
12.5	13	16	21	29	39	54	—	—
14.3	14	18	23	31	43	—	—	—
16.7	15	19	26	35	48	—	—	—
20	18	22	30	41	56	—	—	—
25	21	27	37	52	—	—	—	—

Was den dritten der gedachten Mängel anbelangt, den Mangel nämlich, dass die zu bremsende Last nicht nach dem Bremswerthe der zu bethätigenden Bremswagen, sondern nach dem augenblicklichen Gesamtgewichte derselben bemessen wird, so glaubt man diesen Mangel als nicht bestehend ansehen zu sollen, da man Bremsen voraussetzt, durch deren Bethätigung die Räder selbst vollbelasteter Wagen stets an die Rollgrenze gebracht werden.

*) Protokoll der in Stuttgart am 26., 27. und 28. August 1886 abgehaltenen Generalversammlung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen. S. 100.

**) Protokoll der in Stuttgart am 26., 27. und 28. August 1886 abgehaltenen General-Versammlung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen. S. 100.

Um zu ersehen, inwieferne die obige, durch die Kommission vorgeschlagene Formel für die Berechnung der Bremsprocente, mit der im §. 9 abgeleiteten Formel differirt, diene die nachstehende Zusammenstellung:

Gefälle ‰	Die Bremsprocente für eine Rollgeschwindigkeit von							
	5		10		15		20	
	Meter pro Sekunde betragen laut Formel des							
	§. 9	§. 10	§. 9	§. 10	§. 9	§. 10	§. 9	§. 10
5	2	7	8	13	21	21	47	38
10	5	10	11	16	24	27	50	50
15	8	13	14	19	27	32	—	—
20	11	17	17	24	30	42	—	—
25	14	19	20	28	33	53	—	—

Aus dieser Zusammenstellung ist zu ersehen, dass die Bremsprocente, welche die Kommission vorschlägt (§. 10), wesentlich höher sind, als jene, welche die Theorie der Bremswerthe fordert (§. 9). Daraus folgt jedoch keineswegs, dass die hier vorgetragene Theorie weniger Bremsen für die Züge fordert, als die Kommission. Das Bremsprozent der Theorie ist zwar geringer, als jenes der Kommission, er setzt aber voraus, dass es durch die Summe der jeweiligen Bremswerthe der bethätigten Bremswagen gebildet werde, während das Bremsprozent der Kommission, auf Grund der Summe der augenblicklichen Gewichte der zu bremsenden Wagen aufgebaut ist, die erstere Summe aber im Allgemeinen kleiner sein wird, als die letztere. Die Differenzen zwischen der Formel, welche die Kommission vorgeschlagen hat und der im §. 9 abgeleiteten Formel werden umso geringer, je weniger schwer die zu bremsenden Wagen sind. Bei Zügen aus leeren Wagen werden zwischen beiden Ermittlungsarten nur geringe Unterschiede bestehen, während bei Zügen aus vollbelasteten Wagen diese Unterschiede recht erheblich ausfallen können.

Die hier vorgetragene Theorie rechnet nämlich mit jenem Bremswerthe, welcher dem zu bremsenden Wagen in jedem einzelnen Falle thatsächlich zukommt, während die Formel der Kommission den Bremswerth der Wagen mit deren augenblicklichen Gesamtgewichte identifizirt, also von einer Voraussetzung ausgeht, die nur in gewissen speziellen Fällen zutrifft, in ihrer Allgemeinheit aber nicht zutreffend ist.

Ein Beispiel mag das Gesagte erläutern:

Es sei ein Güterzug aus 40 deutschen offenen Normalgüterwagen zusammengestellt und es rolle derselbe mit einer Geschwindigkeit von 10 m pro Sekunde über ein Gefälle von 15‰. Besteht dieser Zug aus lauter leeren Wagen, so wiegt er $40 \times 7.1 = 284 t$. Da in einem Gefälle von 15‰, laut der heute in Kraft stehenden Vorschrift, ein Fünftel der Bruttolast des Zuges auf gebremsten Achsen zu ruhen hat, so muss eine Last von $\frac{1}{5} \times 284 = 57 t$ gebremst werden. Da ein leerer Normalgüterwagen dieser Kategorie 7.1 t wiegt, so muss man $\frac{57}{7.1} = 8$ Wagen mit Bremsen besetzen, also 8 Bremser verwenden. Nach der vorgetragenen Theorie hat man in einem Gefälle von 15‰ von der

Bruttolast des Zuges 14%, d. i. eine Last von $0.14 \times 284 = 39.7 t$ zur vollen Bremswirkung zu bringen, und hiezu genügen, da der Bremswerth der leeren Wägen $7.1 t$ beträgt, $\frac{39.7}{7.1} = 6$ Bremsen. Die Theorie des Bremswerthes fordert sonach in diesem Falle um zwei Bremsen weniger, als die Kommission. Besteht dagegen der Zug aus 40 vollbelasteten Normalwagen à $17.1 t$, so wiegt derselbe $40 \times 17.1 = 684 t$. Nach der heute zu Kraft bestehenden Vorschrift muss sonach eine Last von $\frac{1}{5} \times 684 = 137 t$ gebremst werden, zu welchem Zwecke $\frac{137}{17.1} = 8$ Bremsen erforderlich sind. Nach der hier entwickelten Theorie soll in diesem Falle 14% des Zugsgewichtes, also eine Last von $0.14 \times 684 = 95.76 t$ zur vollen Bremswirkung gelangen. Da das Bremsgewicht eines solchen Normalgüterwagens, wie bereits gezeigt (§. 4) $8.4 t$ beträgt, der Bremswerth eines vollbelasteten Wagens sonach ebenso gross ist, so benöthigt man zum Vollbremsen der gedachten Last $\frac{95.76}{8.4} = 11$ Bremsen, also um drei Bremsen mehr, als die heutige Vorschrift fordert.

Wie sich aber die Verhältnisse für die verschiedenen Gefälle darstellen, ist aus der nachstehenden Tabelle zu ersehen:

Bahngefälle ‰	Das Gesamtgewicht eines aus 40 offenen deutscher Normalgüterwagen zusammengestellten Zuges beträgt, falls der Zug besteht aus lauter			
	leeren		vollbelasteten	
	W a g e n			
	$40 \times 7.1 = 284$		$40 \times 17.1 = 684$	
	Tonnen. Diesem Zuge sind beizugeben Bremsen nach			
	§. 9	§. 10	§. 9	§. 10
5	4	5	7	5
10	5	6	9	6
15	6	8	11	8
20	7	10	14	10

Man ersieht sonach, dass die heute giltige Vorschrift bei Zügen, welche aus lauter leeren Güterwagen bestehen, zuviel, bei Zügen hingegen, welche aus lauter vollbelasteten Wagen zusammengestellt sind, zu wenig Bremsen fordert.

Ueber Schraubenpfahlbauten, insbesondere die Eisenpfiler der Brücke über die Marizza.

Mitgetheilt von Joh. G. Schoen.

(Mit Zeichnungen auf Taf. XIX—XXIII.)

Seit dem Jahre 1838 sind die Schraubenpfähle durch Mitschell in die Praxis eingeführt und viele Bauwerke unter Verwendung solcher hergestellt worden; doch kann nicht gesagt werden, dass deren Anwendung eine sehr zahlreiche gewesen wäre in Anbetracht der Zeit eines abgelaufenen halben Jahrhunderts und der grossen Zahl von angeführten Bauwerken, bei welchen diese Art der Pfahlbefestigung in den Grund für Fundirungen oder zur Errichtung von Jochen, Pfeilern, Pfahlrüstungen u. s. w. mit Vorthail hätte angewendet werden können. Selbst Amerika ist nicht auszunehmen; dort sind allerdings an den Seeküsten viele Leuchtfeuer auf Schraubenpfählen erbaut worden.

In einzelnen Fällen wurden 15 bis 20 cm starke schmiedeiserne Pfähle mit einfachen, Nagelbohrer ähnlichen Enden 2 m bis 2.5 m tief in weiches Gestein geschraubt und gaben diese einen ausgezeichneten und billigen Grundbau.

Eiserne Schraubenpfähle sind besonders zweckdienlich verwendet worden für Bauten in Flüssen im Süden, nahe deren Ausmündung, weil dort die Flüsse wenig Gefälle und keinen Eisgang haben und die Holzbauten von geringer Dauer sind, da der Bohrwurm die Holzpfähle in zwei Jahren zerstört.

Die Thatsache ist bekannt, dass reiner Sand für das Eindringen der Pfähle den grössten Widerstand leistet. Unter Verwendung der zumeist angewendeten Göpel von 5 m Länge der Hebelarme, sind 30 Mann in solch einem Sandboden kaum im Stande, einen Pfahl von rund 1.30 m Durchmesser der Schraube tiefer als 3 bis 4 m zu schrauben.

Wenn der Sand mit Erde oder Thon vermischt ist, oder auch durch Geröllboden, kann mit derselben Kraft

eine Tiefe von 10 bis 13 m erreicht werden. Selbstverständlich gibt der Torsionswiderstand des Pfahles die Grenze für die anzuwendende Kraft.

In Hohlpfähle gepresstes Wasser, welches oberhalb der Schraubenfläche ausströmt, erleichtert das Eindringen, indem die Reibung vermindert wird und auch eine Auflockerung des Bodens erfolgen kann; ein Vorschlag, welchen bereits Brunlees machte.

Die Anwendung der Schraubenpfähle hat bei leichtem Grund viele Vorthelle, kommt jedoch bei schwererer Bodenart ziemlich theuer.

In letzterer Zeit häufiger von Seiten werther Fachgenossen an mich gestellte Fragen über Pfeiler-Konstruktionen mit Schraubenpfählen, veranlassen mich, im Nachfolgenden einige Mittheilungen zu bieten, welche vielleicht Manchem willkommen sind. Die auf Amerika bezughabenden Angaben entnahm ich meist meinem Verkehre mit Herrn E. Hemberle, Central-Direktor der American Bridge Company in Chicago.

In Amerika werden Schraubenpfähle in verschiedenen Fabriken (so zu Philadelphia, New-York etc.) erzeugt von Typen, wie solche auf der Tafel XXII in den Figuren 1 bis 6 dargestellt sind. Die Fig. 4 bezieht sich auf solche aus Gusseisen, diese werden bis 8 m lang, von etwa 30 bis 90 cm Durchmesser und 30 bis 45 mm Gusswandstärke erstellt. Pfahl und Schraubenfläche sind aus einem Guss. Die Verbindung einzelner Stücke erfolgt mittelst runder Flantschen.

Die Fig. 1—3 stellen Hohlpfähle aus Schmiedeisen dar und zwar Fig. 1 solche mit gegossener Schraube; Fig. 2 solche mit Schraubenkörper aus Schmiedeisen. Die Schäfte können hiebei in beliebiger Länge, nach der Art, wie es

die Zeichnung ersichtlich macht, hergestellt werden, mit Durchmesser von rund 50 bis 150 cm. Die Blechdicke ist als geringste 8 mm, gewöhnlich 10 bis 15 mm; der Schraubendurchmesser 0.90 bis 1.80 m. Die Schraube wird aus einzelnen Platten und Winkeln mit versenkten Nieten sorgfältig gebildet, damit durch die glatte Oberfläche weniger Widerstand erwachse.

Für schwere Bauwerke, insbesondere solche, welche dem Wellenschlage preisgegeben sind, dienen derlei Hohlpfähle von grösserem Durchmesser.

Nach beendeter Einschraubung und hierauf vollbrachter Räumung des Innenraumes füllt man diesen vom Unterlande des Schraubenkörpers an mit Béton aus. Ein sorgfältig angebrachter Anstrich hat die den Angriffen des Seewassers ausgesetzte Oberfläche zu schützen.

Die Fig. 5 und 6 zeigen solide geschmiedete Eisenpfähle mit Schraube und Kopf aus Gusseisen, und Schraubenvpfähle aus vollen Schmiedstangen mit geschmiedetem Schraubenkörper. Diese letzten Arten sind gewöhnlich bei Brückenpfeilern in offener See in Verwendung.

Die Schmiedeseisenpfähle, 15 bis 20 cm stark, werden meist 7 m lang erzeugt und erfolgt die Kupplung der zu verbindenden Stücke mit Flantschen oder mit Ueberschubmuffen und durch diese getriebene Stahldornen *a* (Fig. 5 und 6.)

Bei allen diesen Gusskörpern ist die ausgezeichnete Eigenschaft des amerikanischen Gusseisens in Erinnerung zu behalten. Ein mir aus dem Jahre 1873 noch vorliegendes Offert weist Preise für 1 Tonne Pfahl aus Gusseisen von 14 £ und für 1 Tonne Pfahl aus Schmiedeseisen und zwar für Rohrpfähle von 25—25.1 £, für volle Pfähle von 23—24.1 £ ab Gewerke.

Das Einschrauben geschah meist mit Göpeln. Ingenieur Mahon senkte im Jahre 1856 die ersten Schraubenvpfähle in Amerika und zwar im Elizabeth River an der Norfolk- und Petersburg-Eisenbahn mit der auf Taf. XXIII, Fig. 1 und 2, gezeichneten Vorrichtung.

Zwei Leichter-(Platt-)Schiffe tragen ein Auslegergerüste und eine Dampfwinde. Die von letzterer ausgeübte Kraft wird mittelst Tauen auf den Umfang des auf den einzuschraubenden Pfahl aufgekeilten Seilrades *E* von 3.7 m Durchmesser übertragen. Der Pfahl selbst erhielt eine Führung durch ein Hilfsgerüste *I*, das nach drei Richtungen verankert ist, und einen Hilfsschraubenvpfahl *F* mittelst der Hülsen, welche an den Armen *H* und *L* befestigt sind.

Bei dem Baue einer Strassenbrücke über den Salzfluss in Nebraska, dann auch für eine Eisenbahnbrücke über die Mobile Bay an der Mobile- und Montgomery-Eisenbahn u. s. w. wurde eine Schraubemaschine verwendet, die auf der Taf. XIX in den Fig. 1 und 2 dargestellt ist. Ein gut versichertes Hilfsgerüste *A* trägt bei *F* und *E* Lager. Im Lager *F* kann sich eine Scheibe *D* drehen, an welcher Rollen mit Ausgleichsgewichten *N* hängen und zwei Führungsstangen. Im Lager *E* dreht sich ein Hohlzapfen *C*, welcher ein Stück bildet mit der cylindrischen Hohlabe und mit dem in fester Verbindung stehenden Schraubenrad *H*. Letzteres wird mittelst den an das Ge-

rüste *A* gelagerten Schnecken *LL*, welche untereinander mit Seilkupplung verbunden und durch die Kurbeln in Umdrehung zu bringen sind, angetrieben, so dass das Schraubenrad *H* wohl geführt aber frei drehbar ist.

G sind Laschenkrampen, welche fest gegen den Pfahl geschraubt werden, über Letzteren wurden der Hohlzapfen *C* und die Lagerhülse *D* geschoben. Zur Vermehrung der Reibung sind kleine gezahnte Stahlplatten zwischen Krampe und Pfahl gelegt, welche mit Stellschrauben nach Bedarf festgeklemmt werden können. Die Hohlabe *H*₁, Fig. 2, ist mit zwei Ansätzen versehen, in welchen die Rollen *I* gelagert sind. Diese drücken gegen die Krampe bei Drehung des Rades *H*, wodurch auch der Pfahl in Drehung versetzt wird und sich in den Boden einschraubt, daher immer tiefer in diesen dringt, so dass endlich die Rollen *I* am Oberrand der Laschenkrampen angelangt sein werden. Alsdann lüftet man die Schrauben an *G* und kann die Laschenkrampen in Folge der angeordneten Ausgleichsgewichte *N* leicht bis zu deren Unterrand heben, worauf die Laschenkrampen neuerdings wie geschildert an den Pfahl befestigt werden.

Durch Wiederholung dieses Vorganges bringt man Pfähle nach Erforderniss tief in den Grund ein. Diese Vorrichtung hat den Vortheil, wenig Raum einzunehmen und wenige Leute zu erfordern; in den meisten Fällen genügen vier Mann.

Pfähle mit Schrauben von 1.20 m Durchmesser wurden in einem Tage 4.5 m tief in festen Muschellagen geschraubt. Die Kosten für Einschrauben und Fertigstellen betrugen für einen Pfahl 150 Doll., unter sehr ungünstigen und kostspieligen Verhältnissen.

Die Eisenbahnbrücke über die Mobile Bay hat sechs Pfeiler, jeder mit acht Pfählen von 1.2 m messenden Schrauben und einen Drehbrückenpfeiler, welcher aus einem Mittelpfahl von 20 cm Dicke und 1.85 m Durchmesser der Schraube und sechs Pfähle von 15 cm Dicke und 1.20 m Durchmesser der Schrauben im regelmässigen Sechseck gestellt, besteht.

Die Fig. 1—4 der Taf. XXI zeigen die Anordnung eines Mittelpfeilers dieser Brücke unter Angabe aller wichtigsten Ausmaasse der Pfeilertheile.

Die Pfähle sind etwa 6.5 m tief in den Grund geschraubt. Die Schraube von Gusseisen von 1.20 m Durchmesser wiegt rund 600 kg; deren Hals ist genau ausgedreht, auf das ebenso genau abgedrehte Ende der 15 cm starken Schmiedstange von 6.75 m Länge aufgeschoben und mittelst zweier über Kreuz in sorgfältig ausgebohrten Löchern getriebene Stahldornen befestigt.

Die Kupplung der Pfahlstangen über dem Grunde geschah mit gusseisernen Hülsen von 0.90 m Länge, 27.5 cm Durchmesser und 7 cm Wanddicke, über welche drei schmiedeiserne Bänder, 10 cm hoch und 3.75 cm stark, warm aufgezogen waren. Auch diese Hülsen sind genau ausgedreht, passend an den abgedrehten Pfahl. Vier Stahldornen von 3.75 cm Dicke stellen die Verbindung her.

Die Vereinigung der acht Eisenpfähle zu einem Pfeiler ist bewerkstelligt, einerseits mittelst des Gusshauptstückes, welches die Auflagerplatten trägt, anderseits

mittelst der gewalzten Trägerstücke und der Verbindungs-laschen, wie diese durch den Schnitt in Fig. 4 und durch die Ansichten in den Fig. 1 und 2 dargestellt sind. Schliesslich bilden eingespannte sich kreuzende Stangen von 3·10 cm Dicke, aus den Zeichnungen ersichtlich, die Versteifungen.

Die Eisenpfeiler der Eisenbahnbrücke über die Marizza auf der Strecke Adrianopol—Konstantinopel.

Diese Gitterbrücke, siehe die Tafeln XIX und XX, hat 16 Oeffnungen, von à 25·0 m Spannweite und ist mit vier kontinuierlichen Trägern, à 100 m lang, überspannt. Diesem entsprechend sind verschiedene Auflager und Dilatations-Vorrichtungen angebracht. Die eingleisige Fahrbahn liegt oben auf hölzernen Querschwellen.

Die Eisenpfeiler sind auf je sechs Schraubenpfählen gegründet, welche einen schmiedeisernen Schaft von 13 cm Dicke und Gusschrauben haben.

Letztere wurden auf den Bauplatz mit einem Durchmesser von 1 m geliefert, mussten jedoch gleich nach den ersten Versuchen der Einschraubung auf 50 cm und 60 cm abgestemmt werden, da vollkommene Einschraubvorrichtungen nicht zur Verfügung standen. Das Einschrauben geschah durch Menschenkraft mittelst achtermiger Göpel und hiefür war der Widerstand des Bodens gegen Schrauben von grösserem Durchmesser zu gross. Die Führung des Pfahles erfolgte durch zwei quadratische, oben und unten angebrachte festgestellte Rahmen, roh aus Holz gezimmert.

Die einzelnen Pfahlstücke wurden aufeinander gesetzt und durch aufgekeilte Muffen miteinander verbunden.

Der Boden besteht daselbst zu oberst aus feinem Flusssand, dann aus gröberem Schotter und mit Kies gemengtem Lehm.

Nachfolgende Ergebnisse kennzeichnen den Arbeitsaufwand beim Einschrauben:

Pfahl im Grund eingeschraubt tief in Metern	unter Anwendung von:		
	Göpel	Arbeiter	Arbeitszeit in Stunden
10·5	1	32	9
6·5	1	32	11
7·75	1	32	16
14·0	1	32	40
18·0	2	64	10

Demnach wäre durchschnittlich in einer Arbeitsstunde von 38 Mann der Pfahl 0·66 m tief gesenkt worden; in der Mehrzahl der Einschraubungen durchschnittlich (bei Weglassung der letzten Werthe) in einer Stunde um 0·51 cm von 32 Mann. Es hat sich auch bei diesem Baue der Vortheil der Anwendung solcher Schraubenpfähle bei leichtem Grunde ergeben.

Die Eisenpfeiler wurden mit sehr primitiven Arbeits-hilfsmitteln hergestellt, der Arbeitsvorgang war daher sehr einfach.

Nach Beendigung der Einschraubung der Schraubenpfähle wurde der unter Hochwasser tauchende Konstruktions-theil, Taf. XX, fertig montirt auf die Schraubenpfähle geschoben, so dass gewisse Arbeiten über Bauwasserstand noch nachträglich verrichtet werden konnten. Die übergeschobenen Röhren erhielten am Kopf Fig. 5 einen Versatz von 4—5 cm und am anderen Ende bei *b* eine Verstärkung der Wanddicke, um das Schlottern auf den Schraubenpfählen zu vermindern; überdies ist jeder Pfeiler zur Sicherung mit einem Steinwurf umgeben (s. Taf. XIX).

Weitere ausreichende Aufklärungen über Anordnung und Details geben die Zeichnungen auf Taf. XX und das perspektivische Bild nach einer Photographie.

Im Allgemeinen hat sich die Konstruktion sehr gut bewährt, die Brückenträger erlitten keine Veränderungen in der Lage; bei Hochwasser, das mit einer Geschwindigkeit von 1·0—1·2 m fliesst, ist ein Erzittern der Eisenpfeiler wahrzunehmen. Der Fluss bildet nur wenig Eis und führt solches von geringer Stärke aus den oberen Gegenden ab.

Beitrag zur Kenntniss des Erddruckes.

Von M. Strukel, Ingenieur, ord. Lehrer der Ingenieur-Wissenschaft am Polytechnikum in Helsingfors.

I.

Bekanntlich gehört die Theorie des Erddruckes zu jenen Gebieten der Baumechanik, die trotz den bedeutenden Fortschritten dieser Wissenschaft immer noch Vieles zu wünschen übrig lassen. Man mag nun die sogenannte ältere Theorie oder Theorie des Prismas vom grössten Drucke (oder Bruchprismas), wie sie zuerst von Coulomb aufgestellt, von Poncelet u. A. weiter entwickelt und hauptsächlich durch Rebhann zum gegenwärtigen Standpunkte gebracht worden, oder die neuere Theorie oder Theorie des Erddruckes im seitlich unbegrenzten Erdreich in Betracht ziehen, so muss man sich gestehen, dass beide unter Bedingungen aufgebaut sind, die von den meisten Fällen der Praxis soweit abweichen, dass bei gewissenhaftem Vorgehen eine direkte Anwendung der Theorie wenigstens zur Vorsicht mahnt. Nachdem die ältere Theorie auf hypothetischen von der Wirklichkeit nicht wenig ab-

weichenden Annahmen begründet ist, so zwar, dass sie von hervorragenden Fachmännern als willkürlich bezeichnet wird*), während der neueren Theorie bei ihrem gegenwärtigen Standpunkte von anderen Autoritäten hauptsächlich nur ein wissenschaftlicher Werth beigelegt wird**), so ist es nicht zu wundern, wenn praktische Ingenieure noch vielfach ein solches Misstrauen gegen die Theorie des Erddruckes hegen, dass sie es oft vorziehen, ihre Bauwerke entweder nach bewährten empirischen Formeln, oder nur nach dem Gefühl auszuführen.

Allein andererseits ist zu beachten, dass eine auf hypothetischen Annahmen gegründete Theorie desto mehr an Werth gewinnt und desto unbedenklicher auf die Praxis angewendet werden kann, je mehr dieselbe mit diesbezüg-

*) Weyrauch: Theorie des Erddruckes etc., Wien 1881, S. 51.

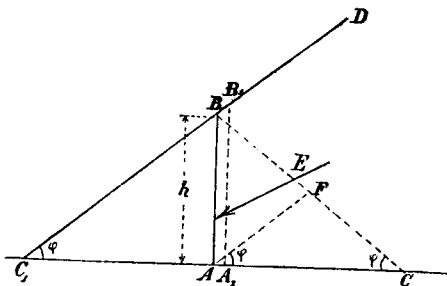
**) Winkler: Neue Theorie des Erddruckes, Wien, 1872, S. 116.

lichen, der Praxis möglichst angepassten Experimenten übereinstimmt. Derlei Versuche wurden bekanntlich ziemlich zahlreich und oft in sinnreicher Weise vorgenommen, und wurde dabei vielfach eine befriedigende Uebereinstimmung mit den Resultaten der älteren Theorie konstatiert. Ferner sollte bei Beurtheilung der Theorie des Erddruckes auch nicht vergessen werden, dass die technische Wissenschaft überhaupt vielfach auf Annahmen gegründet ist, die mit der Praxis nicht übereinstimmen (wie z. B. im Brückenbau die Annahme idealer, gelenkartiger Knotenpunkte bei steifen Fachwerkträgern etc.), so zwar, dass man oft in Uebereinstimmung mit dem Ausspruche Dupuit's: „Les formules ne sont que des outils, qui doivent diriger l'intelligence et qui ne peuvent jamais la remplacer“ handeln muss.

Das Dunkel, das trotz der zahlreichen diesbezüglichen Untersuchungen immer noch über dem Verhalten der Erdmassen herrscht, gibt nicht selten Veranlassung zu irrthümlichen Auffassungen. Ein Beispiel dieser Art bildete eine diesbezügliche seinerzeit im Technischen Verein in Finnland stattgehabte Polemik, die geeignet sein kann auch in anderen Kreisen einiges Interesse zu finden und auf die deshalb hier hingedeutet werden mag. *)

Die fragliche Polemik wurde durch die Behauptung veranlasst, dass der Druck E einer unter dem natürlichen Böschungswinkel φ nach aufwärts geböschten Erdmasse $CABD$ (Fig. 1) von beliebiger seitlicher Ausdehnung, auf eine starre Wand AB , gleich wäre dem Drucke, der von B aus nach abwärts geböschten Masse BCA , oder, da die Masse AFC ohne Einfluss ist auf den Erddruck, gleich dem Drucke des Prismas ABF , welches somit auf den Erddruck einziger Einfluss hätte, während die übrigen Massen für die Grösse des Erddruckes ohne Bedeutung wären. Zum Beweis dessen wurde hervorgehoben, dass bei einer unter dem natürlichen Böschungswinkel geneigten, somit im Gleichgewicht befindlichen Erdmasse CC_1D der beiderseitige Druck auf die Trennungsfläche AB gleich gross sein muss, in Folge dessen der Druck der von AB linksseitigen Masse C_1AB , oder der mit ihr gleichen rechtsseitigen Masse CAB , gleich ist jenem der ganzen rechtsseitigen Masse $CABD$, was auch dann gelten müsste, wenn die Fläche AB durch eine starre Wand ersetzt gedacht wird. Weiters wurde auch noch behauptet, dass in der rechtsseitigen Masse neben der starren Wand AB eine zweite ebenfalls absolut starre Wand A_1B_1 gedacht werden könne, ohne dass nach Entfernung der rechts von dieser letzteren Wand befindlichen Masse CA_1B_1D am Gleichgewichte der übrigbleibenden Masse AB_1A_1 etwas geändert würde, wonach somit dieser schmale Erdstreifen

Fig. 1.



(wie bei Flüssigkeiten) auf die Wand AB den gleichen Druck ausüben sollte wie die Masse $CABD$ beliebiger Ausdehnung.

Offenbar wurde bei diesen Annahmen vor Allem nicht beachtet, dass es im Gleichgewicht loser Massen zwei Grenzstände gibt, denen der in der Theorie des Erddruckes einzig in Betracht kommende aktive und der passive Druck entspricht. Daraus, dass in der Masse CC_1D die Fläche AB im Gleichgewicht ist, folgt allerdings, dass die beiderseitigen Drücke gleich sein müssen, allein das Gleichgewicht wird hier in der Weise aufrecht erhalten, dass der aktive Druck der rechtsseitigen Masse soviel vom (grösseren) passiven Druck (Widerstand) der linksseitigen Masse in Anspruch nimmt, als zur Erlangung des Gleichgewichtes nothwendig ist. Bei Ersetzung der Fläche AB durch eine steife Wand, ändert sich jedoch die Sachlage, denn dann machen sich beiderseits nur die aktiven Drücke der angrenzenden Massen geltend. Während also früher durch den rechtsseitigen Druck der Widerstand der linksseitigen Masse in Anspruch genommen wurde, ist dies nach Einsetzung der starren Wand nicht mehr der Fall, und die linksseitige Masse wird dann auf diese Wand nur ihren (nunmehr kleineren) aktiven Druck ausüben. Wenn man daher zuerst eine solche Wand aufstellen und dann erst die beiderseitigen Massen, wie in Fig. 1, hinterfüllen würde, so wären die beiderseitigen Drücke auf diese Wand nicht gleich gross, in Folge dessen diese Wand, sich selbst überlassen, auch nicht im Gleichgewicht bleiben, sondern eine, wenn auch kaum merkbare Bewegung nach links vornehmen würde, bis die linksseitige Masse soweit komprimirt würde, dass ihr Widerstand gleich käme dem aktiven Druck der rechtsseitigen Masse.

Der gleiche Irrthum liegt auch der Annahme zu Grunde, dass durch Einsetzung der starren Wand A_1B_1 und Entfernung der an diese rechtsseitig angrenzenden Masse, am Gleichgewichte der Masse AB_1A_1 und daher am Drucke gegen AB nichts geändert würde, denn durch diese Anordnung entfällt der Druck, dem früher diese letztere Masse von rechts ausgesetzt war. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass der rechtsseitige Druck auf A_1B_1 nur dadurch auf den Druck auf AB von Einfluss sein kann, dass die sonst unelastische Erdmasse den hiefür nöthigen Grad von Elastizität annimmt. Wenn eine Erdmasse einem Drucke ausgesetzt ist, so wird sich in derselben nach entsprechender Verdichtung auf eine gewisse Entfernung auch eine Kraftübertragung geltend machen.

Indem ich bei jener Gelegenheit im genannten Verein diesen Standpunkt vertreten habe und es mir überdies wünschenswerth erschien, die Abhängigkeit des Erddruckes von der Begrenzung der Hinterfüllung, ohne Berufung auf diesbezügliche andererseits ausgeführte Versuche, ad oculos zu demonstrieren, so habe ich zu diesem Zwecke den in Fig. 2 dargestellten Apparat konstruirt. Wiewohl derselbe mit Rücksicht auf eine leichtere Handhabung etwas zu kleine Dimensionen erhielt und auch dessen sonstige Anordnung Verschiedenes zu wünschen übrig lassen dürfte, um den gewonnenen Resultaten die für eine wissenschaftliche Verwendung nöthige Zuverlässigkeit beilegen zu können,

*) Ausführlich enthalten in „Tekniska föreningens i Finland förhandlingar, 1884“.

so entsprachen diese Resultate dennoch zur Genüge dem beabsichtigten Zwecke.

Der Apparat bestand aus einem Kasten von 150 mm innerer Breite, zwischen dessen Seitenwänden AF und A_1F_1 eine Klappe AB von 160 mm Höhe so angebracht war, dass sie sich um eine am Fusse befindliche Drehungsachse AA_1 nach vorne und nach rückwärts frei bewegen konnte. Diese Anordnung wurde getroffen, um mit demselben Apparat sowohl den aktiven, als auch den passiven Druck messen zu können. Am oberen Ende wurde die Klappe, wie in Fig. 2 angedeutet, an einem vom Querbalken L ausgehenden eisernen Bügel mit Hilfe eines durchgesteckten Stiftes S festgehalten, so zwar, dass nach Ausziehung des Stiftes die Klappe vollkommen sich selbst überlassen war. Ueber der Klappe befand sich ein Hebelapparat BHK , der sich mit dem unteren Ende gegen die obere Kante der Klappe stützte, und dessen Drehungspunkt H sich genau 100 mm über jener Kante befand. Der mit einer Millimetertheilung versehene horizontale Hebelsarm KH war durch ein Gegengewicht q ausbalanciert, so dass der Hebelapparat im unbelasteten Zustande gegen die Klappe keinen Druck ausübte. Am Arme KH war ein Gewicht G angehängt, das mittelst eines Fadens JH längs des Hebelsarmes verschoben werden konnte. Um den Reibungswiderstand

längs der Wand möglichst gleich jenem im Inneren des Hinterfüllungsmateriales zu machen, wurde die Klappe dicht mit horizontalen dünnen Sprossen belegt. Behufs leichterer Beobachtung der Bewegungen der Klappe und des Materiales bestand die eine Seitenwand theilweise aus Glas, und konnten durch eine an derselben angebrachte Marke die kleinsten Bewegungen beobachtet werden. Die andere Wand bestand aus glatt polirtem Birkenholz. Die Seitenkanten der Klappe waren mit Filz belegt und schlossen so dicht an die Seitenwände an, als es die freie Bewegung der Klappe gestattete.

Sollte nun der von einer Hinterfüllung ausgeübte Druck gemessen werden, so wurde zuerst versuchsweise diejenige Lage des Gewichtes G ermittelt, bei der der Hebelapparat die Klappe im Gleichgewicht erhalten konnte, wonach der Apparat bei befestigter Klappe neuerdings so eingestellt wurde, dass das etwas weiter nach links geschobene Gewicht die Klappe nach Herausnahme des Stiftes S gegen den Druck der Hinterfüllung im Gleichgewicht erhielt. Sodann wurde das Gewicht durch Anziehen des Fadens JH so lange nach rechts verschoben, bis an der Klappe die erste Bewegung bemerkt wurde, welches Stadium als jenes des aktiven Druckes E der Hinterfüllung angesehen

werden konnte. Nimmt man hierbei die Richtung des Erddruckes unter dem Reibungswinkel φ gegen die Wandnormale an und dessen Angriffspunkt C (Fig. 2 b S. 122) in $\frac{1}{3}$ der Wandhöhe h , so ergibt sich, wenn der horizontale und vertikale Arm des Hebelapparates mit x bzw. y bezeichnet werden, bei Vernachlässigung der Reibung in den Drehungszapfen

$$E \cos \varphi \cdot \frac{h}{3} = G \frac{x}{y} \cdot h,$$

woraus, da $y = 100 \text{ mm}$

$$E = \frac{3G}{100 \cos \varphi} \cdot x \quad (1)$$

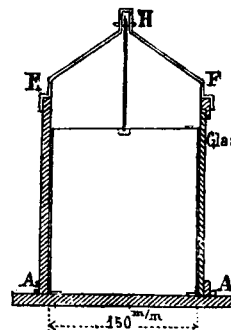
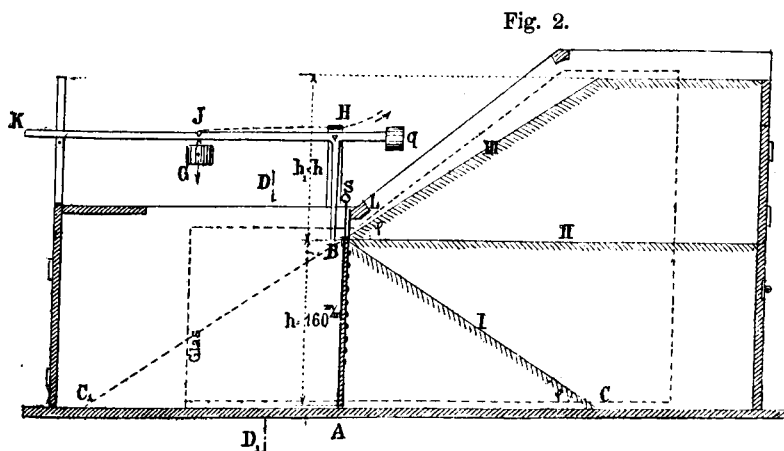
In gleicher Weise ergibt sich für den passiven Druck, wobei das Gewicht nach links zu verschieben wäre, bis zur beginnenden Bewegung der Klappe gegen die Hinterfüllung zu

$$E' = \frac{3G'}{100 \cos \varphi} \cdot x' \quad (2)$$

wenn zu diesem Zwecke ein anderes Gewicht G' verwendet wird.

Behufs Vermeidung von Kohäsion, sowie mit Rück-

sicht auf die Beschaffenheit des Apparates, um die freie Bewegung der Klappe nicht zu beeinträchtigen, und auch um die Reibung an den Seitenwänden möglichst zu reduzieren, wurden Anfangs als Versuchsmaterial trockene kleine



Erbsen verwendet, deren Gewicht $\gamma = 890 \text{ kg pro } 1 \text{ m}^3$ und deren natürlicher Böschungswinkel $\varphi = 33^\circ$ gefunden wurde. Nachdem für dieses Material am Hebelapparat ein Gewicht $G = 0.1 \text{ kg}$ verwendet wurde, so ergibt sich unter Berücksichtigung jenes Böschungswinkels aus 1)

$$E = \frac{x}{279.56} \text{ kg} \quad (1')$$

Aus einer Reihe von Versuchen mit den in Fig. 2 angedeuteten drei Begrenzungen I, II und III für die abwärts geböschte, horizontale und bis zu einer Höhe $h_1 = h$ aufwärts geböschte Hinterfüllung, ergab sich beziehungsweise: $x_I = 70-76 \text{ mm}$, $x_{II} = 100-120 \text{ mm}$, $x_{III} = 190-212 \text{ mm}$ womit sich aus 1') ergibt,

$$E_I = 0.25-0.27, E_{II} = 0.35-0.43, E_{III} = 0.68-0.76 \text{ kg}.$$

Zur Messung des passiven Druckes wurde für den Hebelapparat ein Gewicht $G' = 0.2 \text{ kg}$ verwendet, wodurch nach Formel 2)

$$E' = \frac{x'}{139.78} \text{ kg}$$

wird, und ergab sich aus einer Reihe von Versuchen für die abwärts geböschte Begrenzung (I) der Hinterfüllung

$$x'_I = 190-220 \text{ mm},$$

dementsprechend

$$E'_I = 1.36 - 1.57 \text{ kg.}$$

Für die anderen Begrenzungen wurde der passive Druck nicht bestimmt.

Nach der älteren Theorie ist für jene drei Begrenzungsfälle für kohäsionsloses Material und unter Voraussetzung gleichen Reibungswiderstandes längs der Wand wie im Innern des Materiales *):

$$\left. \begin{aligned} E_I &= \frac{1}{2} \gamma h^2 \frac{\cos \varphi}{(1 + 2 \sin \varphi)^2}, \quad E'_I = \frac{1}{2} \gamma h^2 \cos \varphi \\ E_{II} &= \frac{1}{2} \gamma h^2 \frac{\cos \varphi}{(1 + \sin \varphi \sqrt{2})^2} \\ E_{III} &= \frac{1}{2} (h + h_1)^2 \frac{\sin \varphi}{\cos 2 \varphi} \\ \left[\sqrt{\cotg \varphi + \tg 2 \varphi} - \sqrt{\left(\frac{h_1}{h + h_1} \right)^2 \cotg \varphi + \tg 2 \varphi} \right]^2 \end{aligned} \right\} \dots (3)$$

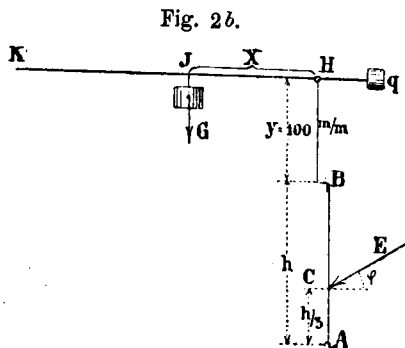
woraus sich durch Einsetzung der Werthe für γ , φ , h und h_1 ergibt:

$$E_I = 0.33 \text{ kg}, \quad E_{II} = 0.46 \text{ kg}, \quad \text{und} \quad E_{III} = 0.96 \text{ kg}, \\ E'_I = 1.43 \text{ kg.}$$

Hiebei ist zu beachten, dass die Reibungswiderstände sowohl an den Seitenwänden, als auch in den Drehzapfen unberücksichtigt blieben.

Nachdem jedoch in Zweifel gezogen wurde, inwiefern diese mit Erbsen gemachten Erfahrungen für Erdmassen Gültigkeit

haben können, so wurden später mit demselben Apparat die gleichen Versuche auch mit Erdmaterial durchgeführt. Zu diesem Zwecke wurde ein scharfkantiger Granitsand verwendet, der zur Vermeidung von Kohäsion und von Klem-



mungen bei der Klappe sorgfältig durchgeseiht wurde, so dass nur Körner von 2–3 mm Durchmesser übrig blieben.

Das Gewicht dieses Materiales wurde zu $\gamma = 1620 \text{ kg}$ pro 1 m^3 und der natürliche Böschungswinkel $\varphi = 38^\circ$ gefunden. Letzterer wurde durch vorsichtiges Emporstreichen des Materials bis zur grösstmöglichen Steilheit und Abmessung der Tangente ermittelt. Nachdem bei diesen Versuchen am Hebelapparat ein Gewicht $G = 0.2 \text{ kg}$ verwendet wurde, so ist hier der aktive Druck nach Formel 1)

$$E = \frac{x}{131.33} \text{ kg} \dots (4)$$

Aus einer Reihe von Versuchen ergaben sich für die früheren drei Begrenzungen der Hinterfüllung folgende Werthe für x :

$$\begin{aligned} x_I &= 53, 47, 52, 60, 54 \text{ mm, im Mittel } x_I = 53 \text{ mm} \\ x_{II} &= 71, 81, 83, 85, 83 \text{ " " " } x_{II} = 81 \text{ " } \\ x_{III} &= 130, 145, 141, 143, 145 \text{ " " " } x_{III} = 141 \text{ " } \end{aligned}$$

*) Winkler, Vorträge über die Theorie des Erddruckes, Berlin 1880. Ott, Baumechanik, Prag 1877.

Bezeichnet man für die drei Fälle den Reibungswiderstand an den Seitenwänden mit, resp. F_I , F_{II} und F_{III} , so ist bei Vernachlässigung der Zapfenreibungen

$$E_I - F_I = \frac{x_I}{131.33} = 0.404 \text{ kg,}$$

$$E_{II} - F_{II} = 0.616 \text{ kg}$$

und

$$E_{III} - F_{III} = 1.074 \text{ kg} \dots (5)$$

Ich habe es nun versucht, den Reibungswiderstand an den Seitenwänden in der von Winkler angewendeten Weise*) durch Einfügung einer mittleren Wand zu ermitteln. Zu diesem Behufe wurde entsprechend der Beschaffenheit der einen Seitenwand eine Glasplatte von 2 mm Dicke verwendet, die auf der einen Seite mit glattem Papier beklebt wurde, das ungefähr der polirten Holzwand entsprechen sollte. Diese Mittelwand reichte über die ganze Höhe bis dicht vor die Klappe. Für diesen Fall ergaben sich folgende Hebelsarme:

$$x''_I = 46, 32, 36, 45 \text{ mm, somit im Mittel } x''_I = 40 \text{ mm}$$

$$x''_{II} = 54, 59, 62, 57 \text{ " " " " } x''_{II} = 58 \text{ " }$$

$$x''_{III} = 78, 98, 78, 80 \text{ " " " " } x''_{III} = 83 \text{ " }$$

Beachtet man ferner, dass die mittlere Wand den $\frac{2}{150}$ Theil der Hinterfüllung verdrängte, in welchem Verhältniss auch der Erddruck vermindert wurde, so ist

$$E_I \left(1 - \frac{2}{150} \right) - 2 F_I = \frac{x''_I}{131.33} = 0.304$$

$$E_{II} \left(1 - \frac{2}{150} \right) - 2 F_{II} = 0.442$$

$$E_{III} \left(1 - \frac{2}{150} \right) - 2 F_{III} = 0.632,$$

woraus sich zusammen mit den Gleichungen (5) ergibt

$$E_I = 0.497 \text{ kg}, \quad E_{II} = 0.779 \text{ kg} \quad \text{und} \quad E_{III} = 1.496 \text{ kg}$$

oder

$$E_I : E_{II} : E_{III} = 1 : 1.56 : 3.01.$$

Dahingegen ergibt sich aus den angeführten theoretischen Formeln

$$E_I = 0.493 \text{ kg}, \quad E_{II} = 0.810 \text{ kg} \quad \text{und} \quad E_{III} = 1.518 \text{ kg}$$

oder

$$E_I : E_{II} : E_{III} = 1 : 1.64 : 3.09.$$

Die früher angedeutete Elastizität des Sandmateriales wurde mit dem Apparat einfach in der Weise demonstriert, dass die nach abwärts geböschte Hinterfüllung I keinen wesentlich grösseren Druck ergab, wenn dieselbe durch Ablassung aus der nach aufwärts geböschten Hinterfüllung III hervorgebracht wurde, als bei deren unabhängiger directer Anbringung.

II.

Bei den angeführten Versuchen wurde, wie bemerkt, der Erddruck bei jenem Gleichgewichtsstadium bestimmt, das der ersten sichtbaren Bewegung des Erdreiches, bezw. der Klappe entsprach, ein Verfahren, das, soweit uns bekannt, bisher bei allen derartigen Versuchen befolgt wurde. Hiebei wurde beobachtet, dass nach dieser ersten Bewegung der gegen die Klappe ausgeübte Gegendruck oft

*) „Der Civil-Ingenieur“ 1804.

ziemlich viel vermindert werden musste, bis eine neue Bewegung eintrat, dass also eine ruckweise Verschiebung der Erdmassen und damit zusammenhängend eine Verminderung des Erddruckes stattfand. In Folge dessen liegt die Frage nahe, wie sich die Theorie zu den verschiedenen Gleichgewichtsstadien der Erdmassen, jenem der Ruhe, dem der ersten sichtbaren und jenem einer grösseren Bewegung verhält, und welches dieser Stadien für die Praxis maassgebend sein soll.

Bekanntlich wird in der älteren Theorie derjenige Erddruck in Betracht gezogen, der dem Abgleiten des Bruchprismas bei einem Nachgeben der stützenden Wand entspricht, wobei sowohl längs der Bruchfläche als auch längs der Wand der Reibungswiderstand zu überwinden ist. Diese Annahme wird als mit der Praxis übereinstimmend betrachtet, indem vorausgesetzt wird, dass jede Stützmauer schon durch die Zusammendrückbarkeit und Elastizität des Mauermaterials dem Erddrucke soviel nachgibt, dass dies in Vereinigung mit dem Setzen des Erdmaterials, jenen in der Theorie vorausgesetzten Gleichgewichtszustand herbeiführt. Allein ganz abgesehen davon, dass es in der Praxis vielfach Fälle gibt, wo ein Nachgeben der Mauer in jenem Sinne überhaupt nicht zu erwarten ist (wie z. B. bei Widerlagern von gewölbten Brücken und von Bogenbrücken), so dürfte auch bei genügend starken Stützmauern jenes Nachgeben zu gering sein, um jene in der Theorie vorausgesetzte Bewegung des Bruchprismas herbeizuführen. Was ferner das Setzen der Hinterfüllung anbelangt, so verursacht dasselbe allerdings längs der Mauerfläche, durch das Gleiten der Erdtheile an derselben, einen Schub nach abwärts, eine Tangentialkomponente des Erddruckes, die Anfangs sehr bedeutend sein kann, allein nachdem diese Komponente dem Kanten der Mauer entgegenwirkt und mit zunehmender Setzung abnimmt, so scheint deren Berücksichtigung in der Berechnung nicht motivirt zu sein. Es ist auch noch zu beachten, dass jener Schub, entsprechend der zunehmenden Verdichtung der Hinterfüllung, von oben nach unten abnimmt, während die entsprechende Erddruckskomponente jener Theorie im Gegentheil von oben nach unten zunimmt. *)

Hieraus folgt somit, dass der bei den meisten Objekten thätlich auftretende Erddruck weniger dem in jener Theorie, als vielmehr dem in der neueren Theorie des seitlich unbegrenzten Erdkörpers vorausgesetzten Zustand der Erdmassen entsprechen dürfte. Da jedoch die Anwendung der neueren Theorie nach deren jetzigem Standpunkte eine sehr beschränkte ist, und man daher in vielen Fällen der Praxis auf die ältere angewiesen ist, so wird man sich bei Anwendung dieser der Wirklichkeit am meisten nähern, wenn auf den Reibungswiderstand längs der Mauerfläche keine Rücksicht genommen wird. In Fällen, wo ein grösseres Nachgeben der Stützmauer als zulässig erachtet wird, kann

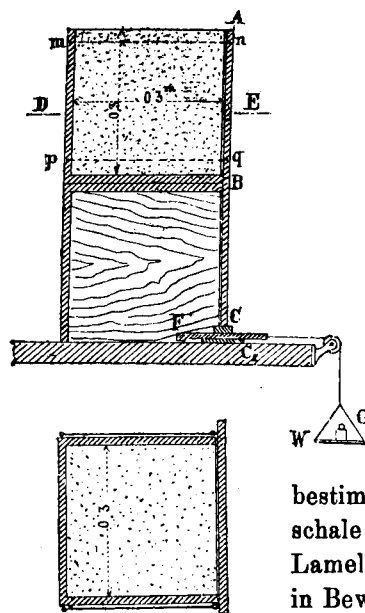
*) Es ist hier allerdings zu bemerken, dass bei Setzungen, namentlich wenn sie mehr oder weniger plötzlich auftreten, ausser der auf die Stabilität der Mauer günstig wirkenden Reibung längs der Wand, in der Regel auch Schub-Wirkungen geäussert werden, die, wie vielfache Fälle der Praxis lehren, unter Umständen sehr beträchtlich werden und den für den Gleichgewichtszustand berechneten Erddruck wesentlich überschreiten können.

man sich dann lieber mit einem kleineren Sicherheits-Koeffizienten begnügen, als sonst üblich.

Zu Folge des in der neueren Theorie vorausgesetzten Zustandes der Ruhe der Erdmassen lassen sich deren Resultate bekanntlich nicht in gleicher Weise durch das Experiment kontrolliren, wie jene der älteren Theorie. Immerhin aber wird man sich mit einem der üblichen Apparate jenem Zustande der neueren Theorie umsomehr nähern, je weniger die Wand bei Messung des Druckes in Bewegung geräth. Allein die prinzipielle Anordnung und Wirkungsweise der zu diesem Zwecke bisher verwendeten Apparate scheint nicht geeignet zu sein, den Erddruck bei einer möglichst kleinen Bewegung der Wand zu messen, denn selbst wenn diese Bewegung nur Bruchtheile eines Millimeters beträgt, so dürfte dies obiger Bedingung noch immer nicht genügend entsprechen. Es gibt indessen ein Mittel, um den Erddruck bei einer möglichst kleinen Bewegung der Wand zu messen und dies ist der Reibungsdynamometer, wenn derselbe zu diesem Zwecke in ähnlicher Weise zur Anwendung gebracht wird, wie ihn etwa der Ingenieur Siégler zur Messung der Tangentialkomponente des Erddruckes verwendet hat, welches Verfahren hier in Kürze wiedergegeben werden mag. *)

Es wurde zu diesem Zwecke der in Fig. 3 dargestellte Apparat verwendet, bestehend aus einem Kasten von 0.3 m

Fig. 3.



Höhe, Breite und Tiefe, der vorne durch eine Wand AB so abgeschlossen ist, dass dieselbe von vier horizontalen Schnüren mn und pq festgehalten wird und sich mit dem Fusse C auf den

Reibungs-Dynamometer stützt. Letzterer besteht aus einer eisernen Lamelle F , die zwischen zwei Backen C und C_1 horizontal verschoben werden kann. Nachdem durch Auflegen eines bestimmten Gewichtes der Reibungs-Koeffizient des Apparates

bestimmt war, wurde die Wagschale W soweit belastet, dass die Lamelle unter der Last der Wand AC in Bewegung gerieth. Wenn nun der Kasten mit Erdmaterial gefüllt wurde,

so nahmen die Schnüre, an denen die Wand befestigt war, die normale Komponente des Erddruckes auf, während die Tangential-Komponente durch die freie Beweglichkeit der Wand in vertikaler Richtung auf den Reibungsapparat übertragen wurde und durch Auflegung eines entsprechenden Gewichtes auf die Wagschale gemessen werden konnte.

Auf diese Weise ergab sich bei einem Sand von $\gamma = 1600 \text{ kg pro } 1 \text{ m}^3$ Gewicht, und einem natürlichen Böschungswinkel von $\gamma = 33^\circ$, bei horizontal begrenzten Hinterfüllungen von 0.1, 0.2 und 0.3 m Höhe eine Tangential-Komponente von bezw. 0.3, 0.8 und 1.8 kg. Hierbei wurde

*) Annales des Ponts et chauss., 1887.

zugleich gefunden, dass die Tangential-Komponente kleiner wird, wenn der Sand in horizontalen Lagen eingestampft wird, als bei losem Einfüllen, sowie auch kleiner, wenn eine Hinterfüllung von einer solchen von grösserer Höhe durch Ablassen übrig bleibt, als bei deren unabhängiger Einbringung, woraus somit die früher angedeutete Abnahme der Tangential-Komponente mit zunehmender Setzung des Materials zur Evidenz hervorgeht. In der allmähigen Abnahme dieser Kraft, nebst dem angedeuteten Umstande, dass dieselbe eine für die Stabilität der Stützmauern günstige Wirkung hat, dürfte ausser in anderen Umständen, wie in der Erweichung der Hinterfüllung und der Bildung von Gleitflächen durch hinzutretende Gewässer etc., auch zum Theil die Thatsache eine Erklärung finden, dass oft Stützmauern, nachdem sie sich durch eine gewisse Zeit als vollkommen stabil erwiesen haben, durch den Druck der Hinterfüllung zerstört wurden.

Obwohl nun bei Messung von Kräften mit Hilfe der Reibung eine besonders grosse Genauigkeit nicht zu erreichen ist, so scheint das angedeutete Prinzip bei möglichst genauer Ausführung im vorliegenden

Falle dennoch ein zuverlässigeres Resultat liefern zu können, als bei Anwendung irgendwelchen anderen Ver-

fahrens. Ich habe daher behufs Messung der Normal-Komponente des Erddruckes mittelst des Reibungs-Dynamometers den in Fig. 4—4 b dargestellten Apparat konstruirt. Derselbe besteht aus einem hölzernen Kasten, bei dem die den Erddruck aufnehmende Wand AB (Fig. 4) mittelst zweier Drähte BC und $B_1 C_1$ am Querbalken CC_1 des Kastens frei aufgehängt ist, und die überdies mit Hilfe der an den Backen D und D_1 sitzenden Schrauben $S S'$ und $S_1 S'_1$ in vier Punkten an den Kasten angeedrückt werden kann. Von diesen vier Stützpunkten befinden sich zwei am Fusse und zwei in halber Höhe der Wand, wodurch die resultierende Normal-Komponente für jede Hinterfüllung auf jene Punkte übergeführt wird, während die Tangential-Komponente von den Drähten BC und $B_1 C_1$ aufgenommen wird. Die Anschlussflächen der Klappe AB und des Kastens sind mit Flanell belegt. Zu beiden Seiten der

Wand ist ein Reibungs-Dynamometer in der Weise angebracht, dass an den vier Stützpunkten der Wand eiserne Plättchen P, P', P_1, P'_1 befestigt sind, gegen die durch die Schrauben S zwei mit gleichartigen Plättchen versehene Klemmklotze K mit dem dazwischen liegenden Gleitlamellen L angedrückt werden. Sämmtliche Eisentheile sind möglichst eben geschliffen und werden vor jedem Versuch durch Bestreichen mit einem Schmiergelstein in einen bestimmten Rauigkeitsgrad versetzt. Zu grösserer Bequemlichkeit für die Ablesungen wird für die Belastung der Gleitlamellen Wasser verwendet, zu welchem Zwecke an denselben cylindrische Glasgefässe M angehängt sind, an denen mit Hilfe von angeklebten Skalen mit Sicherheit Hundertstel von Kilogrammen abgelesen werden können. Hiebei ist nur darauf zu achten, dass das Wasser bei den Versuchen dieselbe Temperatur hat, wie bei Erzeugung der Skalen.

Fig. 4 a.
E—F.

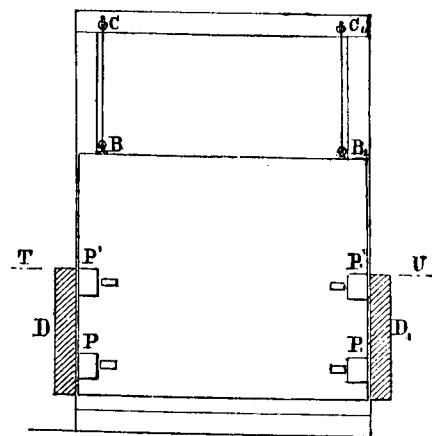


Fig. 4 b.
T—U.

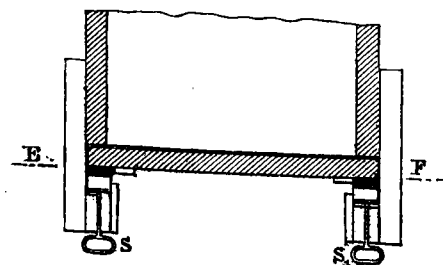


Fig. 4.

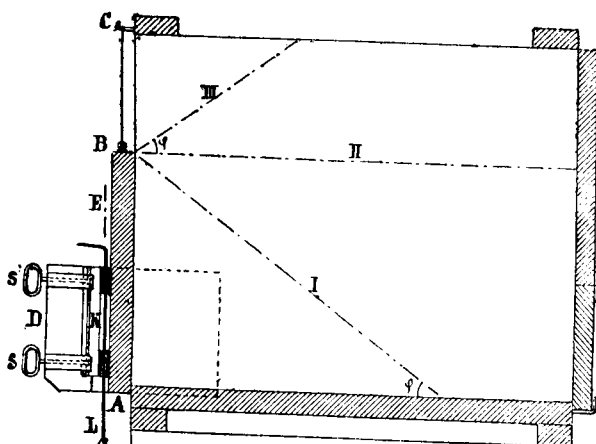
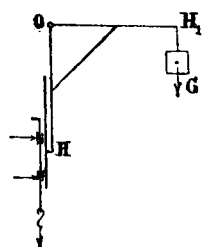


Fig. 5.



immer der mehr angedrückte Punkt den Drehungspunkt bildet. Durch die Anwendung zweier gleichartiger Reibungsapparate hat man zugleich eine gute Kontrolle über deren richtige Funktion, die durch dazwischengekommene Sandkörner etc. leicht gestört werden kann. Der Reibungs-Koeffizient wird durch Ausübung eines bestimmten Druckes gegen die Wand ermittelt, was in Uebereinstimmung mit Fig. 5 mit Hilfe eines gleicharmigen, rechtwinkligen Hebels HOH_1 geschieht, dessen Drehungsachse am Querbalken CC_1 angebracht wird, und von dessen beiden Enden das eine gegen die Wand angedrückt und das andere mit einem bestimmten Gewichte G belastet wird.

Bei einem in Uebereinstimmung hiemit ausgeführten Apparate ergab sich bei Anwendung von Gewichten $G = 1, 2$ und 3 kg unter Vernachlässigung der Zapfenreibung bei 0 der Reibungs-Koeffizient ziemlich konstant $f = 0.27$.

Vor jedem Versuch wird die Wand an allen vier Stützpunkten gleichmässig und soviel angedrückt, dass die Gleitlamellen mit den angehängten leeren Gefässen durch einen leichten Anstoss langsam in Bewegung gerathen. Der gleichmässige Druck lässt sich leicht durch eine versuchsweise pendelnde Bewegung der Lamellen erreichen, wobei

Wiewohl auch dieser Apparat nur als Modell zur Ausführung kam, bei dem sowohl die Dimensionen, als auch die Genauigkeit in der Ausführung den Anforderungen der Wissenschaft nicht genügend entsprochen haben dürften, so wurden damit dennoch etliche Versuche angestellt, deren Resultat im Folgenden noch mitgeteilt werden soll, da selbe doch einige Beachtung verdienen dürften.

Als Versuchsmaterial wurde wieder Granitsand verwendet, bei dem ein Gewicht $\gamma = 1650 \text{ kg}$ pro 1 m^3 und ein natürlicher Böschungswinkel von $\varphi = 36^\circ$ konstatiert wurde. Die Wand hatte eine Höhe $h = 228 \text{ mm}$ und eine Breite von 250 mm . Es wurden Versuche angestellt bei Einhaltung der in Fig. 4 angedeuteten Begrenzungen I, II und III der beziehungsweise abwärts geböschten, horizontal begrenzten und bis zu 120 mm Höhe über der Wand aufwärts geböschten Hinterfüllung. Bezeichnet man für diese drei Fälle die Normal-Komponente des Erddrucks mit bezw. H_I , H_{II} und H_{III} , so ergab sich mit Berücksichtigung des obigen Reibungs-Koeffizienten:

$H_I = 1.77$ bis 1.92 kg , $H_{II} = 2.82$ bis 2.96 kg
und

$$H_{III} = 5.33 \text{ bis } 5.55 \text{ kg}.$$

Bei Vergleichung dieser Resultate mit der Theorie hat man zu beachten, dass die Theorie des Druck- oder Bruchprismas nach ihrem neuesten Standpunkte ein Abgleiten der Erdmassen längs der Wand voraussetzt, wobei ein Reibungswiderstand auftreten soll, dem ein Reibungswinkel $\varphi_1 \geq \varphi$ entspricht, wenn mit φ der Reibungswinkel der Erdmassen bezeichnet wird. Im Allgemeinen wird bei den gebräuchlichen Formeln $\varphi_1 = \varphi$ angenommen, indem vorausgesetzt wird, dass in Folge der grösseren Rauigkeit der hinteren Mauerflächen das Abgleiten nicht längs der Mauerfläche, sondern längs einer angrenzenden Erdschichte stattfindet. Damit die gleiche Voraussetzung auch bei den Versuchen erfüllt sein möge, wurde beim Apparat die hintere Fläche der Klappe in der Weise rauh gemacht, dass dieselbe, nach Bestreichung mit heissem Leim, mit Sand überstreut wurde.

Lässt man somit die Bedingung $\varphi_1 = \varphi$ gelten und beachtet überdies, dass der hier in Betracht kommende Normaldruck der Hinterfüllung eine Komponente des unter dem Winkel φ_1 gegen die Normale wirkenden totalen Erddruckes ist, so man nach der fraglichen Theorie:*)

$$H_I' = \frac{1}{2} \gamma h^2 \frac{\cos \varphi}{(1 + 2 \sin \varphi)^2} \cos \varphi,$$

$$H_{II}' = \frac{1}{2} \gamma h^2 \frac{\cos \varphi}{(1 + \sin \varphi \sqrt{2})^2} \cdot \cos \varphi,$$

$$H_{III}' = \frac{1}{2} \gamma (h + h_1)^2 \frac{\sin \varphi}{\cos 2 \varphi}$$

$$\left[\sqrt{\cotg \varphi + \tg 2 \varphi} - \sqrt{\left(\frac{h_1}{h + h_1} \right)^2 \cotg \varphi + \tg 2 \varphi} \right]^2 \cdot \cos \varphi.$$

*) Winkler, Vorträge über die Theorie des Erddruckes, Berlin 1880. Ott, Baumechanik.

Nach Einsetzung der angegebenen Werthe für γ und φ , sowie unter Beachtung der Werthe für die Höhe h der Wand und jener der Höhe h_1 der Hinterfüllung über der Wand, sowie der Breite der letzteren, erhält man:

$$H_I' = 1.45 \text{ kg}, H_{II}' = 2.04 \text{ kg}, H_{III}' = 3.74 \text{ kg}.$$

Die Uebereinstimmung mit den Versuchsergebnissen ist somit keine befriedigende. Indessen kann diese Abweichung theilweise durch den bereits betonten Umstand erklärt werden, dass die Bedingung $\varphi_1 = \varphi$ nicht Giltigkeit haben kann in Fällen, wo die Wand nur unbedeutend oder gar nicht verschoben wird, wie dies auch im vorliegenden Fall angenommen werden kann. Macht man somit hier die mehr berechnete Annahme, dass $\varphi_1 = 0$, so ist für diesen Fall nach einer älteren Auffassung der Theorie des Druckprismas:*)

$$H_I'' = \frac{1}{2} \gamma h^2 \left(\frac{\cos \varphi}{\sin \varphi + \cos 45^\circ} \right)^2,$$

$$H_{II}'' = \frac{1}{2} \gamma h^2 \tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right),$$

$$H_{III}'' = \frac{1}{2} \gamma h^2 \cotg^2 \varphi \left[\frac{h + 2 h_1}{(h + h_1) \sqrt{1 + \cotg^2 \varphi} + \sqrt{(h + h_1)^2 + h_1^2 \cotg^2 \varphi}} \right]^2,$$

woraus sich nach Einsetzung der gegebenen Faktoren ergibt:

$$H_I'' = 2.09 \text{ kg}, H_{II}'' = 2.78 \text{ kg}, H_{III}'' = 4.66 \text{ kg},$$

von welchen Resultaten somit wenigstens die ersten zwei mit den Versuchen ganz gut übereinstimmen.

Was den Vergleich der Versuchsergebnisse mit der Theorie des Erddruckes in der unbegrenzten Erdmasse betrifft, so ist ein solcher Vergleich schon aus dem Grunde schwer, weil diese Theorie bekanntlich nach ihrem gegenwärtigen Standpunkt nicht für alle drei angenommenen Fälle ausreicht. Ein für alle praktischen Fälle anwendbares, zuverlässiges Resultat liefert dieselbe eigentlich nur für den Fall II.

Indessen stimmt für diesen Fall, also bei horizontaler Hinterfüllung einer vertikalen Wand, der nach dieser Theorie resultirende Erddruck genau überein mit dem Resultate der älteren Theorie ohne Berücksichtigung der Reibung an der Wand, indem dieser Erddruck

$$H_{II}'' = \frac{1}{2} \gamma h^2 \tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

ist.

Durch die bessere Uebereinstimmung unserer Versuchsergebnisse mit der Theorie ohne, als mit jener mit Berücksichtigung der Reibung an der Wand, findet somit unsere früher ausgesprochene Ansicht, dass bei Berechnung von Stützmauern auf diese Reibung keine Rücksicht genommen werden sollte, eine Bestätigung.

*) Rebhann, Theorie des Erddruckes und der Futtermauern, Wien 1871.

Der Betrieb und die Leistungsfähigkeit hydraulischer Transmissionen und Werkzeugmaschinen im Vergleich zum Dampfbetriebe.

Von H. Schemfil, k. k. Hofsekretär und techn. Referent im k. k. Obersthofmeisteramte.

(Mit Zeichnungen auf Taf. XXIV.)

Die Verwendung von hydraulischen Transmissionen und Werkzeugmaschinen hat in Oesterreich in letzten Jahren allenthalben Einführung gefunden und wenn es auch bisnun nicht gelungen ist, dieselbe auf jene Höhe zu bringen, auf welche sie vermöge ihres ökonomischen Werthes vollen Anspruch hat, so ist doch der Anlauf ein äusserst lobenswerther und es unterliegt keinem Zweifel, dass für die Zukunft eine grosse Verbreitung und Entwicklung derartiger Anlagen zu erwarten steht.

Vergleicht man die Herstellungskosten eines Akkumulators, der dazugehörigen Pumpen und Leitungen mit jenen des gewöhnlichen Transmissions-Apparates als: Wellenlager, Stützen, Riemenscheiben und Riemen, so erscheint die erstere Anlage schon im Vorhinein billiger. Dies lässt sich aber bei den hydraulischen Werkzeugmaschinen noch viel sicherer erwarten; denn in der That findet man bei denselben nur kleine Cylinder zur Aufnahme des Druckwassers und ein möglichst einfaches Gestell; beim direkten Dampfbetrieb jedoch eine grosse Anzahl Wellen, Schwung- und Zahnräder, Excenter, komplizierte Gestelle, kostspielige Fundirungen u. s. w. Letztere sind überdies bei hydraulischen Apparaten in normalem Verhältniss zu dem Eigengewicht und können bei genügend widerstandsfähigem Terrain ganz wegfallen, da sie ohne Stoss und Vibration arbeiten. — Es bedarf keines weiteren Beweises, dass die kostspieligste aller Installationen jene ist, bei welcher eine oder mehrere Werkzeugmaschinen durch besondere Motoren bewegt werden müssen.

Im Vorstehenden ist vorausgesetzt, dass die Dampfmaschinen sowohl bei der hydraulischen, als auch bei der gewöhnlichen Transmission gleich gross sind. Hieraus würde zunächst folgen, dass beide Systeme in gleicher Zeiteinheit die vollkommen gleiche mechanische Kraftleistung erzeugen. Dem ist aber keineswegs so, denn der Akkumulator hat ausschliesslich den Zweck, eine gewisse Quantität Betriebskraft aufzuspeichern und dieselbe in Zwischenräumen von mehr oder weniger langer Dauer abzugeben, in der Ruhezeit aber den Motor zu stoppen, somit den Kohlenverbrauch proportional dem Kraftaufwand zu regulieren. Ein solcher Akkumulator ist demgemäss auch der rationellste Regulator, der erdacht werden konnte, und es erscheint kaum glaublich, dass bei manchen derartigen Anlagen dennoch die sinnreichsten Pendelregulatoren an den Motoren haften.

Der direkte Dampfbetrieb jedoch setzt im Gegentheil einen vollkommen gleichmässigen Gang voraus, welcher in den bescheidensten Grenzen durch Centrifugal-Regulatoren oder gleichwerthige Apparate beeinflusst werden soll.

Es ergibt sich auch hieraus, dass die Verwendung hydraulischer Transmissionen nur dort zweckentsprechend ist, wo es sich um intermittirende Arbeitsleistungen handelt, keineswegs aber bei continuirlicher Bewegung, wie z. B. bei Drehbänken, Mühlen u. dergl.

Bei Transmissionen mittelst Druckwasser können Kessel und Dampfmotor um so kleiner sein, als der Fassungsraum des Akkumulators grösser ist. Nehmen wir den Fall, es bedürfe, um den Akkumulator in einer constanten Höhe zu erhalten, bei gleichzeitiger Bewegung aller Maschinen eines Dampfmotors von 100 Pferdekraften, jede der Maschinen arbeite effectiv 2 Stunden pro Tag. Für die Druckpumpen, wenn dieselben während 10 Stunden regelmässig fortarbeiten, sind demnach nur

$$100 \times \frac{2}{10} = 20 \text{ Pferdekraften}$$

nothwendig, um unter dem Akkumulator jene Wassermenge zu pressen, welche während des ganzen Tages verbraucht wird. Würden die Druckpumpen ohne Aufenthalt Tag und Nacht arbeiten, so wären anstatt der 20 Pferdekraften nur mehr

$$\frac{100 \times 2}{24} = 9.1 \text{ Pferdekraften nothwendig.}$$

Um die grosse Fruchtbarkeit der Kräfteaufspeicherung zu fassen, können wir noch weitergehen und uns einen Akkumulator vorstellen, der hinreichend gross ist, um das für eine Woche, einen Monat nöthige Druckwasser aufzunehmen; doch führt dies praktischerweise zu unzulässigen Dimensionen, aber man kann sich ganz gut den gleichwerthigen Fall eines genügend hochgelegenen Reservoirs oder Beckens denken, in welchen Regen oder Schneewasser angesammelt werden, und unter dem hydrostatischen Druck durch eine Leitung zu den Werkzeugmaschinen gelangen, wie dies thatsächlich hierorts in Folge der lokalbehördlichen Anordnung, allerdings in sehr bescheidenem Maasse, bei Personenaufzügen geschehen muss, welche aus der Hochquellenleitung ihr Betriebswasser entnehmen.

Wir können aber auch sagen, dass mittelst eines Akkumulators, welcher allen Maschinen einer Werkstätte gemeinsam ist, im gegebenen Momente eine weitaus grössere Leistung hervorgebracht werden kann, als durch den Dampfmotor in gleicher Zeiteinheit. Dies wollen wir durch Folgendes näher illustriren.

In der nachstehenden Tabelle (auf S. 128) sind die Arbeitsbedingungen der zu Beginn dieser Dekade neu angeschafften Werkzeugmaschinen des See-Arsenals in Toulon zusammengestellt und die Daten einer Note des mit der Installation betrauten Ingenieurs Marc Berrier-Fontaine entnommen.

Diskussion der Tabelle.

In dieser Zusammenstellung wurde vorausgesetzt, dass alle Maschinen immer die maximale Arbeit zu leisten hätten, obwohl sich dieser Fall nur selten oder gar nicht ereignen dürfte; weiters sind darin grosse Druckverluste angenommen, welche sowohl durch die passiven Widerstände, als auch durch die Reibung der einzelnen Organe und des Wassers in der Druckleitung entstehen; endlich wurde vorausgesetzt, dass alle Hilfsmaschinen ausser der Maximal-

Arbeitsleistung auch noch die meisten Hube (bis zu 1200 pro 10 Stunden) zu machen hätten.

Alle diese Annahmen führen zu der in der Kolonne 13 ausgewiesenen Ziffer von 88 950 000 *mkg* als Leistungsfähigkeit des Dampfmotors in 10 Stunden Arbeitszeit, somit 2470·833 *mkg* pro Sekunde oder 32·945 Pferdekkräfte. Wenn nun alle Hilfsmaschinen in einem gegebenen Momente zugleich arbeiten, so erfordert dies nach der Kolonne 10 der vorstehenden Tabelle einen Kraftaufwand von 321 825 *mkg* und man kann annehmen, dass sich diese Kraftleistung in einem Zeitraume von 10 Sekunden vollzieht, was einer Arbeitsleistung von 32 182 *mkg* pro Sekunde oder 429·10 Pferdekkräften entspricht.

Die vorstehenden Ziffern beweisen auf das augenscheinlichste, welche bedeutende Verschiedenheit bei einer hydraulischen Einrichtung zwischen der Stärke des Motors und der Summe aller jener Kraftleistungen bestehen kann, welche in einem Momente von den Hilfsmaschinen verlangt werden können. Es ist auch vollkommen klar, dass, wenn diese Werkzeugmaschinen durch mechanische Transmissionen oder einzelne Hilfsmotoren bewegt würden, der Hauptmotor, oder aber die Summe aller Hilfsmotoren zum Mindesten 430 Pferdekkräfte haben müssten und dies nur unter der Voraussetzung, dass der Druck- resp. Arbeitsverlust, der gleiche bliebe, welches auch die angewandte Transmissionsart wäre.

Es ist aber auch nothwendig zu untersuchen, ob, wenn alle Hilfsmaschinen zu gleicher Zeit arbeiten, in den Akkumulatoren eine genügende Reserve von Kraftleistung vorhanden ist.

Nach den Ziffern der Kolonne 10 der vorstehenden Tabelle ist die Leistung 321 825 *mkg*; die totale Belastung der beiden Akkumulatoren beträgt dagegen 208 776 *kg* und liefert für einen Fall von 1 *m* eine Kraftleistung von 208 776 *mkg*; obiger Leistung entspricht somit ein Fall des Akkumulators von $\frac{321\,825}{208\,776} \times 1 = 1\cdot541$ *m*. Nachdem

aber der Hub 6 *m* beträgt, so ist diese gleichzeitige Arbeit aller Hilfswerkzeuge nahezu viermal möglich, ohne dass die Akkumulatoren ungenügend wären: ein ganz unwahrscheinlicher, ja unmöglicher Fall. In weniger als 8 Min. 30 Sek. sind die Akkumulatoren wieder am obersten Ende des Hubes, und wenn man sich denkt, dass anstatt der vier unmittelbar aufeinanderfolgenden Arbeitsleistungen die Hilfsmaschinen nach jedem Hub zur Ruhe kommen, so genügt ein Zeitraum von 2 Min. 10 Sek., damit die kleine 33pferdige Dampfmaschine die verbrauchte Kraft ersetzt.

Vergleich der Betriebs- und Erhaltungskosten der hydraulischen und mechanischen Transmissions-Einrichtung.

Im Vorhergehenden wurde gezeigt, dass durch einen genügend grossen Akkumulator die Kraft der Dampfmaschine und folglich die Grösse der Dampfgeneratoren sehr bedeutend reduziert werden können, beispielsweise in dem Verhältnisse von 1 zu $\frac{1}{5}$, wenn die Arbeitszeit auf zehn Stunden pro Tag festgesetzt ist.

Wenn es aber auch theoretisch richtig ist, dass ein Kessel für 20 Pferdekkräfte durch 10 Stunden genau dasselbe Dampfquantum erzeugt und folglich dasselbe Gewicht an

Kohlen verbraucht, als ein 100pferdiger Kessel in zwei Stunden, wie ein solcher nothwendig wäre bei mechanischer Transmission, so ist dies doch in der Praxis nicht richtig, denn in dem vorerwähnten Falle muss der Kessel mit 100 Pferdekkräfte allerdings nur intermittirend Dampf liefern, aber er muss trotzdem klar gehalten werden, um das ganze Dampfquantum hervorzubringen, welches in einem gegebenen Momente verlangt werden könnte: die Feuer müssen erhalten werden. Es ist also selbst mit Bezug auf den Betrieb vortheilhafter, als man es im ersten Momente glauben sollte, einen nur intermittirend zur Verwendung kommenden Kraft-erzeuger von gegebener Stärke durch einen kleineren zu ersetzen, welcher fortwährend gleichmässig arbeitet und während des ganzen Tages die gleiche Kraftleistung bietet.

Es muss hier nochmals hervorgehoben werden, dass ein weiterer Vortheil der Druckwasser-Einrichtung der ist, dass überhaupt kein Dampf- oder Kohlenverbrauch stattfindet, wenn durch die Werkzeugmaschinen keine nützliche Arbeit geleistet wird, während bei mechanischen Transmissionen letztere stets in Bewegung bleiben, selbst wenn die kleinste Werkzeugmaschine in Thätigkeit ist, wo dann mit reinem Verlust durch die Bewegung der Massen, Reibungen, Vibrationen, eine grosse Menge durch die Kesseln erzeugte Arbeitskraft verbraucht wird.

Wenn dagegen die Einrichtung anstatt aus einer gemeinsamen Transmission aus mehreren Hilfsmotoren besteht, so repräsentiren wieder die Abkühlungen derselben und die der Dampfzuströmungsleitungen einen bedeutenden Kraftverlust, ganz abgesehen davon, dass für jeden Motor eine spezielle Wartung nothwendig ist.

Eine hydraulische Maschine dagegen ist stets zur Arbeit bereit und bleibt während der Ruhe ohne Kraftaufwand, da alle Organe ohne Bewegung sind.

Der Betrieb mit hydraulischen Apparaten wird sich demnach umso billiger gestalten, je länger die Ruhepausen der einzelnen Werkzeugmaschinen sind, welche ja für jede im Tagesdurchschnitt den weitaus grössten Theil der Zeit bilden; nimmt man z. B. eine Lochmaschine, welche 1200 Löcher pro Tag macht (was schon als Maximum angesehen werden muss), und für jeden Hub einen Zeitraum von 5 Sekunden, so repräsentirt dies 6000 Sekunden oder eine Stunde 40 Min., bei einem Arbeitstag von 10 Stunden also ein Fünftel.

Damit aber die mit Dampftransmission betriebenen Maschinen immer zur Arbeit bereit seien, müssen sie fortwährend im Gang bleiben, und daraus resultirt ein grosser Kraftverlust; dies ist jedenfalls ein wichtiger Faktor, welcher zu der vorerwähnten Kraft-Aufspeicherung hinzugefügt werden muss.

Es ist allerdings möglich, dass die hydraulischen Maschinen während der Verrichtung der Arbeit durch die Bewegung des Druckwassers in der Leitung einen grösseren Kraftverlust aufweisen, als eine Dampftransmission; aber dieser Einwand kann nur erhoben werden, wenn man das hydraulische System für Werkzeugmaschinen mit continuirlichem Gange, als Drehbänke, Hobelmaschinen, Bohrmaschinen u. s. w. verwenden würde. Es ist also zu beweisen, dass jene Werkzeugmaschinen, bei welchen in einer kurzen Zeitperiode und bei geringem Hube ein

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Anmerkungen
Bezeichnung der Werkzeugmaschinen	Nummer d. Maschine	Effektiver Kolben- durchmesser	Effektiver Kol- benquerschnitt	Maximal- Kolbenhub	Maximal- Wasserquant.		Effektiver Kolbendruck	Maximal- Arbeitsleistung		Anzahl der Kolben- hube pro 10 Stunden	Maximal verbrauch- tes Wasserquantum in 10 Stunden	Maximal- Arbeitsleistung pro 10 Stunden	
					durch den Hub erzeugt	wirklich verbraucht		Durch den Kolben erzeugte	Auf den Kolben übertragene				
					<i>s</i>	<i>c</i>		<i>v</i>	<i>v'</i>				
		<i>m</i>	<i>m²</i>	<i>m</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>kg</i>	<i>kgm</i>	<i>kgm</i>		<i>m³</i>	<i>kgm</i>	
A. Lochmaschinen für Bleche . . .	1	0.2523	0.0500	0.08	4.0	4.4	50 000	4 000	6 000	1 200	5 333	7 200 000	Die in den Kolonnen 5 und 6 ent- haltenen Werthe des Maximalhubes und des zur Maximal-Arbeitsleistung noth- wendigen Druckes wurde folgenderweise bestimmt: Die Hube wurden empirisch und zwar nach den wirklichen Höhen bei Maschinen mit mechanischen Transmis- sionen bestimmt; der Druck der Loch- und Scheermaschinen wurde erhalten, indem der Maximalquerschnitt mit dem pro 1 mm ² nothwendigen Druck multi- pliziert wurde; dieser letztere Druck ist theoretisch nahezu gleich demjenigen auf Zerreissung durch Zug, aber in Wirk- lichkeit etwas geringer, weil vor der Abscheerung immer eine Kompression stattfindet, wodurch die eigentliche Scheer- fläche reduziert wird; der Druck für die Blech- und Profileisen-Biegemaschinen wurde nach den analogen Beispielen der mit mechanischen Transmissionen und experimentell bestimmten Daten ange- nommen und überdies nach dem Träg- heitsmomente des zu biegenden Quer- schnitts mit Bezug auf die Abstände der Stützpunkte und des Widerstandes auf Zug berechnet. Das effektiv ver- brauchte Wasserquantum pro Kolbenhub (Kol. 7) wurde berechnet, indem die Ver- luste an Druckwasser gleich $\frac{1}{9}$ des durch den Kolben erzeugten Volumens, also $\frac{1}{10}$ des vom Akkumulator abgegebenen an- genommen wurde. Die auf den Kolben übertragene Ar- beitsleistung (Kol. 10) wurde in der Weise bestimmt, dass der Verlust an mechanischer Arbeit gleich dem dritten Theile der durch den Dampfmotor er- zeugten Arbeitskraft sei.
	2	0.3568	0.1000	0.10	10.0	11.1	100 000	10 000	15 000	600	6 667	9 000 000	
B. Blechscheer- maschinen . . .	1	0.2523	0.0500	0.16	8.0	8.9	50 000	8 000	12 000	500	4 444	6 000 000	
	2	0.3568	0.1000	0.20	20.0	22.2	100 000	20 000	30 000	250	5 556	7 500 000	
C. Winkeleisen- scheermaschinen	1	0.2523	0.0500	0.14	7.0	7.8	50 000	7 000	10 500	500	3 889	5 250 000	
	2	0.3090	0.0750	0.17	12.7	14.2	75 000	12 750	19 125	400	5 667	7 650 000	
	3	0.3568	0.1000	0.20	20.0	22.2	100 000	20 000	30 000	300	6 667	9 000 000	
	4	0.4370	0.1500	0.24	36.0	40.0	150 000	36 000	54 000	200	8 000	10 800 000	
D. Winkeleisen- lochmaschine . .	1	0.1784	0.0250	0.06	1.5	1.7	25 000	1 500	22 500	1 200	2 000	2 700 000	
	2	0.1784	0.0250	0.06	1.5	1.7	25 000	1 500	22 500	1 200	2 000	2 700 000	
	3	0.2256	0.0400	0.07	2.8	3.1	40 000	2 800	4 200	1 000	3 111	4 200 000	
	4	0.2523	0.0500	0.08	4.0	4.4	50 000	4 000	6 000	800	3 556	4 800 000	
E. Blechbieg- maschine . . .	1	0.3909	0.1200	0.35	42.0	46.7	120 000	42 000	63 000	50	2 333	3 150 000	
F. Profileisen- Biegemaschine . .	1	0.3568	0.1000	0.30	30.0	33.3	100 000	30 000	45 000	100	3 333	4 500 000	
	2	0.2523	0.0500	0.30	15.0	16.7	50 000	15 000	22 500	200	3 333	4 500 000	
					214.5	234.4		214 550	321 825	8 500	65 889	88 950 000	

Anmerkung.

Hauptdimensionen der Akkumulatoren.

Anzahl der Akkumulatoren	2
Kolbendurchmesser	0.355 m
Hub	6 000 mm
Querschnitt eines Kolbens	989 800 cm²
Belastung eines Akkumulators	104 388 t
Akkumulierte Arbeit pro Akkumulator	626 328 mkg
in beiden Akkumulatoren	1 252 656 mkg
Fallhöhe der beiden Akkumulatoren bei simultaner Arbeit aller Maschinen	1.541 m

Arbeitsbedingungen für einen Tag.

Wasserverbrauch pro Stunde	6 589 000 l
„ „ Minute	109 815 l
„ „ Sekunde	1 830 l
Wirkliche Leistungsfähigkeit der Druckpumpen pro Sekunde	3 000 l
Maximal-Arbeitsleistung pro Sekunde: In Meterkilogramm	2 460.833
In Pferdekkräfte zu 75 mkg	32.914
Effektive Leistungsfähigkeit	50 HP.

sehr starker Druck auszuüben ist, vollständig ausserhalb dieses Einwandes sind und somit sehr gewichtige ökonomische Vortheile bieten.

Nehmen wir zum Beispiel eine Lochmaschine und halten wir derselben das stärkste Blech vor, welches sie durchstossen kann. Wenn wir die Zuströmungsklappe des hydraulischen Vertheilungs-Apparates öffnen, beginnt der Hub des Kolbens; derselbe nähert sich mit vollständig gleichförmiger Bewegung dem Bleche; aus dieser gleichförmigen Bewegung aber können wir schon schliessen, dass zwischen der motorischen Kraft und den Widerständen Gleichgewicht herrscht, obwohl sich diese Widerstände auf die Reibung der Lederdichtung und des Wassers beim

Eintritt in den Cylinder reduzieren; wir müssen daher zu-
geben, dass die gesammte motorische Kraft unter solchen
Bedingungen durch die Reibungen absorbiert worden ist,
oder was das Gleiche ist, der Kolben wäre nicht im Stande,
auch nur die geringste Arbeit zu verrichten, wenn er die
begonnene und gleiche Geschwindigkeit beibehielte.

Von dem Momente, wo der Stempel mit dem Bleche
in Berührung kommt, ist die Bewegung, wenn nicht auf-
gehoben, so doch verlangsamt, die Reibungen der Kolben-
verdichtung und des Wassers vermindern sich und sind
gleich Null, wenn die Bewegung ganz aufhört, wie dies
der Fall ist, wenn das zu durchlöchernde Blech zu stark
ist; in diesem Augenblick ist vollständiges Gleichgewicht

zwischen dem Inneren des Cylinders und dem Druck des Akkumulators, und kein Druckverlust ist vorhanden; die ganze motorische Kraft steht zur Verfügung, um die Arbeit zu verrichten; mit anderen Worten die Grenze der Leistungsfähigkeit des Stempels ist genau gleich dem Produkte aus dem effektiven Querschnitt des Kolbens mit dem Druck des Akkumulators auf die Flächen-Einheit. Allerdings muss sich nach einem ganz kurzen Stillstand der Stempel wieder mit einer gewissen Geschwindigkeit in Bewegung setzen, welche aber nothwendigerweise so gering ist, dass nur ein ganz verschwindend kleiner Theil an Kraft für die Reibung in Anspruch genommen wird.

Leistungsfähigkeit der hydraulischen Werkzeugmaschinen.

Zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit der Touloner Maschinen wurde eine grosse Anzahl Diagramme mit einem Richard'schen Indikator abgenommen, welcher so adjustirt wurde, dass mit den gewöhnlichen Federn noch ein Druck von 150—200 kg pro 1 cm² gemessen werden konnte. Zu diesem Zwecke wurde der Dampfeylinder sammt Kolben durch einen anderen von viel kleinerem Querschnitt und einem kleinen hydraulischen Piston mit Lederdichtung ersetzt. Nachdem das Verhältniss der beiden Cylinderflächen bekannt war, konnte leicht der Druckmaassstab für jede Feder eines Apparates bestimmt werden.

Es wurden von sechs verschiedenen Werkzeugmaschinen Diagramme abgenommen, und zwar von je einer Nietmaschine, Lochmaschine, Winkelleisen-Scheermaschine, Blech-Scheermaschine, Winkelleisen-Biegemaschine und Stahlblechpresse.

1. Diagramme der Nietmaschine (Fig. 1—4). Im Allgemeinen sind alle Diagramme der Nietmaschine ähnlich. Nach dem horizontalen Theil, d. h. nach jener Zeit, während welcher keine nützliche Arbeit verrichtet wird, wächst der Druck stetig und regelmässig, bis die Nietung fertig ist; es scheint wohl, dass diese Arbeit in zwei gesonderte Perioden zerfällt, indem in der zweiten Hälfte der Druck schneller zunimmt, als in der ersten. Es hat den Anschein, dass während der ersten Periode die Niete in sich selbst gestaucht, während der zweiten Hälfte der Kopf gebildet und das Eisen des Nietenkörpers in die kleinen Höhlungen und Unebenheiten der Bleche hineingetrieben wird.

Dieselben Diagramme zeigen noch den dynamischen Effekt des Tweddell'schen Differential-Akkumulators.)*

*) Wenn der Stempel auf die glühende Niete aufgesetzt wird, so ist der zu überwindende Widerstand sehr gering, wächst aber mit dem weiteren Vordringen, nicht nur weil das Eisen durch Erkalten seine Weichheit verliert, sondern auch weil das Stauchen der Niete und das Einpressen des Eisens in die Unebenheiten der zusammenzufügenden Bleche einen grösseren Kraftaufwand erfordert. Die Niete muss gleichsam in die Zwischenräume der dem Drucke widerstehenden Bleche hineinmodellirt werden. Bei einer vollkommen rationellen Nietmaschine soll sonach der Druck Anfangs sehr gering sein, dann immer stärker werden und schliesslich auf ein Maximum steigen. Dieses Resultat wird nun durch den Tweddell'schen Differential-Akkumulator erreicht, welcher sich von den gewöhnlichen Akkumulatoren nur dadurch unterscheidet, dass der Querschnitt des Kolbens sehr klein ist. In Folge dessen ist der Fall selbst bei geringer Wasserentnahme sehr bedeutend und es entsteht durch die hervorgerufene Acceleration ein bedeutender Stoss, wodurch der Druck am Schlusse der Operation im gewünschten

2. Diagramme der Lochmaschine. (Fig. 5 bis 7.) Die für diese Maschine erhaltenen Kurven haben einen wesentlich verschiedenen Charakter von jenen der Nietmaschine. Sobald der Stempel in Berührung mit dem Bleche kommt, ist sozusagen seine Bewegung aufgehalten, der Druck steigt bis zu jener Höhe, bei welcher die Scheerung stattfindet, um ebenso rasch zu fallen als er gestiegen ist.

Bei dieser, sowie überhaupt bei allen mit Druckwasser betriebenen Maschinen, steigt der Maximaldruck nicht bis zur Pressung im Akkumulator, sondern nur so hoch als es zur Verrichtung der gegebenen Arbeit nothwendig ist. Die motorische Kraftleistung ist jedoch immer gleich dem verbrauchten Wasserquantum multipliziert mit dem Kolbenquerschnitt, welcher den Stempel oder überhaupt das Werkzeug führt, und die wirklich verlangte Arbeit ist geringer als die motorische Arbeit. Dieser Nachtheil ist aber nicht blos den hydraulischen Maschinen eigenthümlich, er wird durch den geringen motorischen Arbeitsaufwand, welcher zum Betriebe während des Tages erforderlich ist, weitaus aufgewogen. Aber weit entfernt davon, dass der Druck grösser wird, als der den Dimensionen des Akkumulators entsprechende statische Druck, wie bei der Nietmaschine, ist er vielmehr immer geringer und wird umso grösser, als sich die verlangte Arbeit der Maximalleistungsfähigkeit des Apparates nähert.

3. Diagramme der Winkelleisen-Scheermaschine. (Fig. 8 und 9.) Die Kurven dieser Maschine sind ähnlich den Kurven der Lochmaschine, was sich daraus erklärt, dass die Schneid-Kanten der Scheermaschine beinahe parallel zu den Gegenkanten sind, auf diese Weise wird das Winkelleisen auf einmal durchschnitten; hätten die Schneid-Kanten die gewöhnliche Disposition wie bei den Blechscheermaschinen, so würden die Kurven mit den letzteren übereinstimmen; durch die erwähnte Disposition aber wird die anderenfalls ganz unvermeidliche Deformation der Winkelleisen vermieden. Es ist allerdings richtig, dass bei nicht parallelen Kanten der Druck für die Scheearbeit reduzirt werden kann, aber in unserem Falle hat dies viel weniger Wichtigkeit, da es ja beinahe gleichgiltig ist, ob eine Arbeit durch einen grösseren Kolben mit geringerem Hub oder durch einen kleineren Kolben mit grösserem Hub verrichtet wird.

4. Diagramme der Blechscheermaschine. (Fig. 10, 11, 12.) Bei den Blechscheermaschinen sind die beiden Schneid-Kanten nicht parallel und ist auch in Folge

Maasse erhöht wird. Dieser Druck kann aber durch grössere Be- oder Entlastung des Kolbens gesteigert oder vermindert werden, je nachdem die zu nietenden Bleche stärker oder schwächer sind.

Durch das plötzliche Stehenbleiben des Akkumulators und bei einer Belastung von 12 Uebergewichten kann der effektive Druck des Nietstempels 1½mal grösser sein als der statische Druck des Akkumulators. Derselbe geht, wie aus dem ersten Diagramme zu ersehen ist, auf 180 kg pro Quadratcentimeter, während der statische Druck in diesem Falle nur 112 kg beträgt. Der letzte Theil der Kurve, in welcher der Druck bis zu dem höchsten Punkte steigt, repräsentirt keine nützliche Arbeit mehr für die Niete selbst, sondern nur den passiven Widerstand der Bleche; wenn daher der Nietstempel scharfkantig ist, kann derselbe um den Nietenkopf herum einen Abdruck im Blech zurücklassen, wodurch dasselbe aber nur geschwächt wird. Man hat also grosses Interesse, diese Druckperiode zu unterdrücken und kann dieses Resultat leicht durch entsprechende Verminderung von Uebergewichten erreicht werden.

dessen die Gestalt der Diagramme eine wesentlich verschiedene von der vorhergehenden.

Berücksichtigt man den dem todtten Hub entsprechenden Theil nicht, so finden wir in den Kurven zwei voneinander verschiedene Arbeitsperioden und zwar: in der Ersten wächst der Druck umsomehr, als die von der Scheerkante angegriffene Fläche grösser wird, während in der Zweiten der Druck konstant ist und zwar insolange, als die Angriffsfläche konstant bleibt. Wenn nun das Blech so schmal ist, dass es auf einen Hub vollkommen durchschnitten wird, so ist noch eine dritte Arbeitsperiode an der Kurve erkenntlich und zwar jene, während welcher die Angriffsfläche immer geringer wird.

5. Diagramme der Winkleisen-Biegemaschine. (Fünf- und Zehntonnenpressen.) (Fig. 13, 14, 15.) Die Kurven dieser Maschine haben denselben Typus als wie jene der Blechscheermaschinen: man findet auch hier eine Periode, während welcher der Druck allmählig steigt, entsprechend der Annäherung an die Elastizitätsgrenze, dann bleibt derselbe konstant bis die Durchbiegung vollzogen ist; die in den Kurven sich zeigenden Unregelmässigkeiten entsprechen jenen Momenten, während welchen das Winkleisen plötzlich in seiner Lage eine geringe Veränderung erleidet.

6. Diagramme der grossen Stahlblechpresse. (Fig. 16, 17.) Diese Diagramme haben besonderes Interesse, da

sie zeigen, wie wenig motorische Kraft diese Arbeit erfordert. Sie wurden bei der Anfertigung von umgebogenen Stahlblechen von 7 bis 8 mm Dicke aufgenommen. Die gestanzten Bleche haben die Form eines unregelmässigen Viereckes von 300 mm Höhe und 350 mm Länge mit einem rechtwinklig aufsteigenden Rand von 80 mm.

Die Arbeit wurde unter sehr ungünstigen Bedingungen verrichtet, da die glühenden Bleche einen langen Weg zurückzulegen hatten, um vom Glühofen zur Presse zu gelangen, und waren kaum dunkelroth bei ihrer Verarbeitung; aber trotzdem ist aus den Kurven ersichtlich, dass zum Stanzen solcher Stücke nicht einmal der dritte Theil des Druckes erforderlich ist, welchen der Kolben ausüben kann, da zu dieser Arbeit ein Kolben verwendet wurde, welcher einen Druck von 160 t auszuüben im Stande ist.

Aus den Kurven ist weiter ersichtlich, dass am Ende der nützlichen Arbeitsperiode, das heisst, wenn der Winkel schon gebildet ist und es sich nur mehr darum handelt, das Blech in die Matrice einzutreiben, der Druck des Bolzens bedeutend vermindert wird; nach Vollendung der Arbeit ist der Hub des Kolbens aufgehoben, wie bei der Nietmaschine und der Druck steigt bis zu jener Höhe, welche der Belastung des Akkumulators entspricht. Es ist also auch hier von grossem Werth, die Leistungsfähigkeit der Maschine auf das Nothwendigste zu beschränken.

Ciborien-Altar im Stift Heiligenkreuz.

(Hiezu Zeichnungen auf Taf. XXV und XXVI.)

Am 8. September vorigen Jahres beging das durch seine altherwürdige romanische Pfeilerbasilika mit dem herrlichen Chorbau und Kreuzgang berühmte Cistercienserstift Heiligenkreuz die 700jährige Feier seiner Einweihung. An diesem Festtage wurde ein hervorragendes Kunstwerk seiner Bestimmung übergeben, nämlich der über Auftrag des Herrn Prälaten Heinrich Grünbeck und nach den Plänen der Architekten Avanzo und Lange ausgeführte neue Hochaltar.

Dieser Altar, der auf den Taf. XXV u. XXVI dargestellt ist, hat eine Breite von 4 m und 15 m Höhe. Der Baldachin ruht auf vier reich gegliederten mosaicirten Säulenbündeln und ist ganz in getriebenem Messing und Kupfer mit reicher Vergoldung, Polychromie und Steinzier hergestellt; ein vierseitiges Giebeldach, an den Ecken durch hohe Fialen armirt, überspannt ein Kreuzgewölbe, dessen Fläche abwechselnd durch gestanzte Fond- und Bordmotive belebt sind, die Rippen und der Schlussstein zeigen reichen Blattschmuck; im thurmartigen Aufbau sieht man die heilige Dreifaltigkeitsgruppe, über der sich der pyramidale Helm, welcher in einem Krystallkreuze endigt, aufbaut. Das innere Gerippe besteht aus einer Eisenkonstruktion, die den Vorzug hat, dass die störenden Zugschliessen entbehrt werden können. Der Baldachin stammt aus der Werkstätte des Kunstschlossers Baierlein.

Auf der mosaicirten Marmormensa des Altars erhebt sich nach Art des Verduner Altars das in echter Metalltechnik gedachte reiche Retabel, welches eine schreinartige Wand bildet, in der zwischen Pfeilerbildungen Vierpässe liegen mit der Darstellung aus dem Leben Mariens, in

Email ausgeführt; die Mitte bildet das Tabernakel. Die Umrahmung, die Vierpassgliederungen, Ornamente etc. sind vergoldet, die Gründe blau emailirt und das Ganze reich mit Steinen geziert. Die Arbeit ging aus dem Atelier des Herrn Karl Haas hervor.

So bedeutend auch der Gesamteindruck dieses Kunstwerkes ist, so wird dasselbe die eigentlich beabsichtigte volle Wirkung doch erst mit der Zeit erlangen. Noch ist das Metall zu blank, noch fehlt die Patina, das Kupfer und Messing muss sich unterordnen, damit durch die angewandte Vergoldung die Massen feiner gegliedert werden.

Es sei noch erwähnt, dass im verflossenen Jahre der Chor eine niedrige Steinschranke erhielt, auf dem sich ein 3 m hohes Gitter in Schmiedeisen erhebt; an der Nordseite ist es unterbrochen durch einen grossen, reich polychromirten Eisenbaldachin (4.80 m lang, 5 m hoch), welcher den bekannten Gobelin, den ältesten der „Arrazzi“ Oesterreichs, welchen Dr. Joh. Fuxmagen dem heiligen Leopold im XV. Jahrhundert widmete und der jetzt die Rückwand der Session bildet, überspannt. Der Prälatenthron und die übrigen Sitze wurden unter Anwendung von Email und Steinen, aus vergoldetem Messing hergestellt; die harmonisch zum Ganzen gestimmten rein ornamentalen Teppiche wurden nach den Entwürfen der Architekten von Philipp Haas & Söhne ausgeführt. Das neue Kirchenpflaster, dessen Dessins dem alten entnommen sind, ist nach Mettlacher Art durch Lederer und Nessényi hergestellt worden. Diese Arbeiten, ausser Chorschrank, Eisengitter und Gobelinbaldachin, wurden in der Zeit von sieben Monaten ausgeführt.

Entgegnung

auf die Abhandlung des Herrn Josef Popper:

„Ueber die ästhetische und kulturelle Bedeutung der technischen Fortschritte“.

Von Dr. Erményi, Maschinen-Ingenieur der Kaiser Ferdinands-Nordbahn.

Im Hefte II, Jahr 1888, unserer Zeitschrift ist eine Abhandlung über den obgenannten Gegenstand enthalten, in welcher der Herr Verfasser sich zum grössten Theile auf ein Gebiet begeben hat, welches nach meiner Ansicht zu betreten nicht nothwendig war. Man kann kulturgeschichtliche Gegenstände behandeln, auch ohne sich dabei in rein philosophische Erörterungen einzulassen, besonders dann, wenn man es dabei auf einen bestimmten Hörer-, bzw. Leserkreis abgesehen hat, dem dieses Gebiet im Allgemeinen ferner liegt. Nachdem er sich aber darin gefällt, bleibt nichts übrig, als ihm auf dem gleichen Gebiete zu begegnen, um eine Reihe von Irrthümern und Widersprüchen nachzuweisen, in welche er verfallen ist. So verlockend es auch wäre, sich in eine eingehende und umfassende Kritik all' der aufgestellten Behauptungen einzulassen, so kann ich mich doch nur auf das Hervorstechendste beschränken, um nicht über die Grenzen der eigentlichen Bestimmung dieser Zeitschrift allzusehr hinauszugehen, die ohnehin durch die Abhandlung selbst vielfach überschritten erscheinen. *)

Herr Popper behauptet also vor Allem, dass die wissenschaftliche und technische Thätigkeit zur Befriedigung unserer ästhetischen Empfindung genau in jener Art wie der Kunst diene, dass das Studium und die Betrachtung der Wissenschaften einen ästhetischen Genuss verschaffen und dass auch bei Nichtbetheiligten die Vollendung hervorragender technischer Werke, wie z. B. die gelungene Legung des transatlantischen Kabels, das Zustandekommen des Suezkanals, die exakte Durchbohrung des Gotthardtunnels u. s. w. auch ohne dass die meisten Menschen je einen Nutzen davon zu ziehen beabsichtigten, eine ästhetische Empfindung erzeuge, kurz dass insbesondere durch die technischen Fortschritte eine neue Art ästhetischer Empfindung entstanden sei, die bei den Griechen und besonders bei den Römern fast gar nicht bekannt gewesen sei.

Darauf ist folgendes zu erwidern. Zunächst handelt es sich hier keineswegs um Empfindungen (welche Bezeichnung in der ganzen Abhandlung konsequent gebraucht wird), sondern lediglich um Gefühle; beide dürfen nicht vertauscht werden, besonders hier nicht, wo es sich um die wissenschaftliche Erörterung abstrakter Gegenstände handelt, und wo daher eine genaue Anwendung nur der richtigen Begriffe unerlässlich ist. Empfindungen gehören dem Vorstellen an und sind ursprüngliche Seelenzustände, Gefühle nicht; jene entstehen unmittelbar durch den Eindruck des Sinnesnervs, Gefühle durch die Rückwirkung der Vorstellung auf die Seele. Diese Gefühle also (und nicht Empfindungen), wie sie Herr Popper im Auge hat, sind aber weder ästhetische noch neue. Sie sind nicht ästhetische, weil sie nicht der Ausfluss der reinen Form des gedachten Inhaltes sind, sondern es sind logische, das sind solche, welche durch die Rückwirkung von Verstandes-Operationen entstehen. Ich will das in Kürze erläutern **).

Sind einzelne Gegenstände so beschaffen, dass sie Jedermann, dem Laien wie dem Sachverständigen, unwillkürlich und unbedingt gefallen oder missfallen, wenn sie uns rein und ungetrübt, d. h. klar vorgestellt werden, so nöthigen sie Gefühle (des Beifalls oder des Missfallens) ab, die wir ästhetische nennen. Derjenige Gegenstand, welcher unwillkürlich und unbedingt gefällt, heisst schön, und es kann nur das Schöne das Gefühl des absoluten, von jedem fremdartigem Interesse freien Gefallens erwirken. Weil aber das Schöne nur aus der Form, das heisst aus der Zusammenfassung eines mehrfachen Gleichartigen resultirt, so kann auch das ästhetische Gefühl nur durch die Form hervorgerufen werden und kann ausschliesslich nur durch Gesichts- oder Gehörsvorstellungen zu Stande kommen.

Hienach ist klar, dass weder die Vollendung technischer Werke, noch die Werke an sich oder die Wissenschaften hieher eingereiht werden können. Es wird die erfolgreiche Legung des Kabels, die Durchführung des Tunnels oder Kanals etc. dem Laien, der von den Wirkungen der Elektrizität, von dem Zwecke der Kabellegung, von dem grossen Aufwande an geistigen und physischen Kräften für eine Tunnelherstellung kein Verständniss hat, vollständig gleichgiltig lassen und wird gar kein Gefühl in ihm erwecken. Dagegen werden wir, die wir in die Einzelheiten eingeweiht sind, beim Gelingen solcher Werke allerdings das Gefühl der Befriedigung haben, und dasselbe wird umso grösser sein, je eingeweihter wir in die Einzelheiten sind. Bei den unmittelbar Betheiligten wird sich dasselbe sogar bis zur freudigen Erregung steigern, welchen Zustand die Psychologie mit Affekt bezeichnet. Dieselben Gefühle der Befriedigung haben wir — wenn wir darin vorgebildet sind — beim Studium gelungener wissenschaftlicher Probleme, wie in den angeführten Beispielen: Kreistheilung von Gauss, Einleitung zur Analysis des Unendlichen von Euler etc. Diese Gefühle entstehen aber lediglich durch Verstandes-Operationen; wir brauchen nicht bei der Kabellegung, dem Tunneldurchstiche zugegen zu sein, brauchen also keine Gesichts- oder Gehörstellungen zu haben, wir können uns vielmehr diese Gefühle jederzeit, wenn wir die gleiche Verstandes-Operation eintreten lassen, erwecken. Solche Gefühle heissen logische.

Die fertigen Werke der Technik, insofern sie nicht in das Gebiet der reinen Kunst fallen, tragen überdies ausschliesslich den Charakter der Nützlichkeit an sich. Zwar stellen wir uns das Nützliche auch mit Beifall vor und geben ihm einen Vorzug und Werth, aber immer nur einen bedingten, zu dessen Verwirklichung es dienlich und brauchbar ist. Fällt dieser Zweck fort, so verliert auch das Nützliche seinen, ihm nur vorübergehend, gleichsam geliehenen Werth. Dagegen ist der Beifall, den das Schöne erregt, von allen anderem ausser ihm liegenden Zwecke, er ist absolut; sein Werth liegt in ihm selbst beschlossen. Das Schöne ist an sich werthvoll (Selbstzweck), das Nützliche erhält seinen Werth erst durch ein anderes. Darin besteht die Allgemeingiltigkeit des Schönen und sein unveränder-

*) Unsere Erwiderung hierauf deckt sich mit den Bemerkungen, welche Herr Popper eingangs seiner Entgegnung auf S. 136 macht. D. R.

**) Ausführliches enthält jedes Lehrbuch der Psychologie, insbesondere die von: Drobisch, §. 70, Nahlowsky, §. 162—197, Zimmermann, §. 188, 189, Drbal §. 120 und 121 u. A.

licher Werth, im Gegensatz gegen die vorübergehende und individuelle Werthschätzung des Nützlichen. — Die Wissenschaften und die technischen Werke können also niemals ästhetische (Formgefühle), sondern nur rein logische Gefühle werden, weil es sich hier um theoretische Verstandesbegriffe handelt, die zunächst nur auf das Vorstellen wirken. Erst wenn jeder neu zuzuführende bedeutende Gedanke einer empfänglichen Gemüthsstimmung, einen zubereiteten Boden im Vorstellungslieben antrifft, kann sich die Wirkung desselben bis zum Entstehen eines Gefühles, des logischen, steigern, während beim ästhetischen Gefühle der Gedanke allein hinreicht, ein solches hervorzurufen, jedes störende Hinderniss fernzuhalten.

Was nun die weitere Behauptung anlangt, dass uns durch die Werke der Technik neue Gefühle erwachsen seien, so kann von einer Neuheit der Gefühle schlechtweg keine Rede sein; es können höchstens die Anlässe neu sein, durch welche bestimmte Gefühle erweckt werden. Aber auch die sind im vorliegenden Falle nicht neu, weil nicht nur Anlässe zu logischen Gefühlen überhaupt, sondern sogar ähnliche Anlässe auch den Griechen, ganz besonders aber den Römern, sowie überhaupt allen Völkern, die bereits einen gewissen Grad von Industrie und Technik hatten, bekannt waren. Hier erinnere ich nur an die grossartigen Aquädukte, Kunststrassen, Thermen und sonstigen Nützlichkeitsbauten der Römer, welche die Bewunderung der Mit- und Nachwelt hervorgerufen haben. Ich erinnere daran, dass die Römer im ersten punischen Kriege durch die Herstellung einer Kriegsflotte die Aufgabe, an welcher Napoleon I. gescheitert ist, eine Continental- in eine Seemacht zu verwandeln, innerhalb eines Jahres gelöst und damit ein Werk geschaffen haben, welches mit Rücksicht auf den damaligen Stand der Technik ebenso Anspruch auf Grossartigkeit machen kann, wie irgend eines der Neuzeit*), und dass ihnen auch das Gelingen wissenschaftlicher Probleme Anlass zu lebhaften logischen Gefühlen war, beweist der bekannte freudige Ausruf des Archimedes, welchen er bei Entdeckung des nach ihm benannten Principes gethan hat.

Ich könnte noch weitere Beispiele anführen, indessen ich denke, diese genügen.

Herr Popper sagt ferner, dass die lebhafteste Theilnahme an den Schöpfungen der modernen Technik den Vorwurf zu nichte mache, als fehle es unserer Generation an Idealismus; im Gegentheile hätte vielmehr der hochentwickelte technische Trieb unter allen Klassen von Menschen eine solche Verbreitung des Idealismus hervorgerufen, wie dies auf keinem zweiten Gebiete der Fall ist. — Das stimmt nicht mit dem Begriffe des Idealismus. Herr Popper gibt zwar eine Definition, was Idealismus ist, allein die ist falsch, wenigstens im wissenschaftlichen Sinne falsch (und nur von diesem kann hier die Rede sein).

Unter Idealismus im obigen Sinne und, im Gegenhalte dazu, unter Realismus, versteht man jene beiden Hauptrichtungen, in welchen sich vom Ende des 16. Jahrhunderts an die beiden Systeme aller Erkenntniss und aller Wissenschaft zu entwickeln begannen, je nachdem man dabei vom blossen Denken (der Idee), oder vom blossen Sein (dem

Realen) ausgeht, je nachdem man also entweder das Reale unter das Ideelle, oder das Ideelle unter das Reale begreifend, von dem Einen aus das Andere zu erklären sucht. Diese beiden Entwicklungsreihen, welche später in Einseitigkeit ausgeartet waren und in gesonderten Armen im Sande zu verrinnen drohten, hat Kant, der grosse Erneuerer der Philosophie, wieder in ein Bett zusammengeleitet und mit seiner epochemachenden Lehre den kritischen Idealismus begründet, welchen sein Schüler Fichte zum subjektiven, Schelling zum objektiven und Hegel zum vollendeten absoluten Idealismus fortgebildet haben. An dem Idealismus nun haben die modernen technischen Fortschritte, so bewunderungswürdig sie auch sind, auch nicht um Haarsbreite irgend etwas geändert. Augenscheinlich wollte Herr Popper sagen, die allgemeine Theilnahme an den Errungenschaften der modernen Technik lege Zeugniß dafür ab, dass unsere Generation einen hochentwickelten Sinn für Ideale habe. Das ist allerdings etwas ganz Anderes! Wenn er aber das sagen wollte, dann muss ich darauf aufmerksam machen, dass er damit (weiter unten) in Widerspruch geräth, indem er einen günstigen Einfluss der technischen Wissenschaften in intellektueller und ethischer Beziehung leugnet, also die Grundlagen aller idealen Auffassung wieder erschüttert. Auf diesen Widerspruch komme ich später ausführlicher zurück.

Nach diesen, wie sich zeigt, missglückten Erörterungen über die ästhetische Bedeutung der technischen Fortschritte, verlässt nun Herr Popper sein eigentliches Thema und begibt sich vollständig auf das Gebiet der Aesthetik selbst. Hier wäre es nun gut gewesen, zu sagen, was er denn eigentlich unter Aesthetik versteht, denn eine Erklärung lässt sich aus seinen verschiedenen Anwendungen dieses Begriffes nicht erzielen. In der ursprünglichen etymologischen Bedeutung (vom griechischen: *αἰσθάνομαι* = ich empfinde) kann er ihn nicht gemeint haben, denn alsdann würde der von ihm so oft und oft gebrauchte Ausdruck: ästhetische Empfindung zu deutsch heissen: empfundene Empfindung, welchen Nonsens ich ihm füglich nicht zumuthen darf. Aber auch in der heute gebräuchlichen Bedeutung, als der Wissenschaft vom Schönen, ist er nicht ausschliesslich gemeint, weil er vielfach auch auf andere Gebiete bezogen wird.

Herr Popper sagt zwar, dass nach seinen Auseinandersetzungen wohl kaum eine Undeutlichkeit oder ein Missverständniss darüber vorhanden sei, was denn mit diesem Begriffe „ästhetisch“ gemeint sei, allein, was mich betrifft, so ist mir das durchaus nicht klar geworden.

Ueber den ästhetischen Zustand, sagt er ferner, lasse sich kein objektives Gesetz und keine bindende Definition geben. Gleich darauf aber behauptet er, dass ihm die ästhetische Analyse zu einem Resultate geführt habe und gibt nun eine ausführliche, nicht etwa subjektive, sondern ganz allgemeine Definition (ich will nicht sagen, auch eine richtige und giltige). Hierin liegt abermals ein Widerspruch, denn, wenn die Unmöglichkeit zur Aufstellung einer allgemeinen Definition feststeht, wie kann er dennoch eine solche geben?

Folgendes muss ich hiezu bemerken. Die Aesthetik ist ein besonderer Theil der Philosophie, welcher demgemäss auch von den bedeutendsten Philosophen kultivirt

*) Mommsen, Röm. Geschichte, I. S. 492.

worden ist. *) Nicht nur, dass darüber eine umfangreiche Literatur vorliegt, so wird sie heute auch als formale Wissenschaft an Universitäten gelehrt (an der Wiener Universität sind für allgemeine und specielle Aesthetik derzeit vier Professoren bestellt). Angesichts dieser Thatsachen wird es also wohl glaubhaft erscheinen, wenn ich sage, dass es allerdings bestimmte, wissenschaftlich festgesetzte Definitionen des ästhetischen Zustandes gibt und dass es um diese Wissenschaft nicht so traurig bestellt ist, als dass sie nicht einmal über ihre Elemente im Klaren wäre.

Den von ihm weiters eingeführten neuen Begriff der „ästhetischen Aequivalenz“, welche nichts Anderes bedeuten soll, als das Erreichen eines und desselben Zieles mit verschiedenen Mitteln, erklärt er so: „Sowie sich im Gebiete der physikalischen Vorgänge der gesammte Arbeitsvorrath der Natur in immer andere Formen umwandelt, die in Bezug auf ein bestimmtes Maass einander äquivalent sind, so formt sich die ästhetische Energie in die verschiedensten Gestalten um, und diese sind alle einander äquivalent, d. h. durch sie Alle wird dieselbe Wirkung, aber auf verschiedenem Wege erreicht“. Ich habe mir Mühe gegeben, das zu verstehen, aber ich habe es nicht zu Wege gebracht, wohl hauptsächlich deshalb, weil ich seinen Sinn der Begriffe „ästhetisch“ und „ästhetische Energie“ nicht zu erfassen vermocht habe.

Nur das Eine ist mir klar, dass nämlich dann von einer Freiheit des Willens keine Rede mehr sein kann, dass wir als blosse willenlose Werkzeuge dieser geheimnissvollen Aequivalenz bald zu dieser, bald zu jener Handlung getrieben werden und dass wir dann allerdings nichts als blosse „Lichtmotten“ wären.

Diesen neuen Begriff der ästhetischen Aequivalenz, von welchem er sagt, dass er uns einen neuen Leitfaden für das Verständniss imposanter historischer Massenerscheinungen zu verschaffen vermag, führt er auch in die Geschichte ein, und sucht durch ihn verschieden historische Ereignisse, wie die Kreuzzüge, die Entdeckungsreisen, den Napoleon'schen Militarismus u. s. w. zu erklären. Da muss ich nun gestehen, dass ich mich als Historiker zu wenig Fachmann fühle, um die Sache eingehender verfolgen zu können; aber soweit mein Wissen aus der Geschichte reicht, so vermag ich einen Zusammenhang zwischen Aesthetik (im gebräuchlichen Sinne) und den genannten geschichtlichen Ereignissen nicht zu finden.

Wenn ich mich jedoch auf einen Gewährsmann berufen dürfte, so wäre es A. T. Buckle. Dieser hat in seiner Geschichte der Civilisation von England versucht, die Geschichtsforschung auf einen neuen Standpunkt zu stellen und war auch bestrebt, die geschichtlichen Ereignisse auf gewisse allgemeine Gesetze zurückzuführen, indem er dabei von der Annahme ausging, dass, wie es in den Naturwissenschaften gelungen, die scheinbar unregelmässigsten und widersinnigsten Vorgänge der Natur zu erklären und als im Einklange mit gewissen unwandelbaren und allgemeinen Gesetzen nachzuweisen, ein ähnlicher Vorgang sich auch auf die Vorgänge der Menschenwelt müsse anwenden lassen. Man mag nun aber Buckle's Werk noch

so genau durchgehen, so ist man nicht im Stande auch nur eine Spur zu entdecken, welche darauf hinweisen würde, dass seine Erforschungen auf eine Abhängigkeit der geschichtlichen Vorgänge von der Aesthetik geführt hätten, oder darauf, dass dieselben blosse „Lichtmotten-Ideale“ wären. *) Und Buckle hat doch durch mehr als 20 Jahre sich ausschliesslich dem Studium der Geschichte und der verwandten Wissenschaften gewidmet, er war in Folge seiner glücklichen Verhältnisse in die Lage gesetzt, ausgedehnte Forschungsreisen anzustellen, in allen bedeutenden Bibliotheken eingehende Quellenstudien anzustellen und für sich selbst Quellen zu sammeln, wie sie nicht leicht ein anderer Gelehrter zusammenzubringen im Stande war.

Ich meine nun, dem Manne, der „eine erstaunliche Gelehrsamkeit, eine umfassende Belesenheit und zugleich das Talent besitzt, das Gelesene zu verdauen und mit Leichtigkeit zu verwenden“ (Ruge), ihm dürfte man doch wohl ein maassgebendes Urtheil in historischen Dingen zuschreiben können.

Ich muss noch einmal auf die „Aequivalenz“ zurückkommen, und zwar auf die von Herrn Popper flüchtig hingeworfene Bemerkung: „Das von Kant aufgestellte Prinzip der synthetischen Urtheile a priori muss durch das der Aequivalenz ersetzt werden“. Hier ahnt er wohl nicht, welche ungewöhnliche und sensationelle Behauptung er mit diesen wenigen Worten macht!

Wenn dieser Auspruch in berufenen Kreisen bekannt würde, so müsste sie gerechtfertigte und ungeheuere Verwunderung erwecken, denn damit wird nicht mehr und nicht weniger gesagt, als dass die Lehre des unsterblichen Königsberger Weisen, welche er in seinem epochemachenden Werke: „Kritik der reinen Vernunft“ niedergelegt hat und die seither die Grundgesetze unseres gesammten logischen Denkens geworden sind, einfach über den Haufen geworfen werden sollen!

Es ist wohl einleuchtend, dass ich mich in eine Erörterung dieser Frage nicht einlassen kann, zunächst, weil hier weder Ort noch Raum dazu ist, und weil anderseits, wie schon gesagt, aus der Abhandlung über die Popper'sche Aequivalenz nicht genug Aufklärendes hervorgeht. Das müsste einer speziellen und eingehenden Erörterung vorbehalten bleiben, wozu sich vielleicht am besten jene Gelegenheit eignen würde, auf welche ich am Schlusse hinweise. Nur Eines möchte ich hier hervorgehoben wissen.

Urtheilen heisst ebensoviel, als eine Vorstellung (als Subjekt) mit einer anderen (als Prädikat) verbinden. Nun zeigt die Logik, dass es im Ganzen nur zwölf verschiedene Arten oder Formen des Urtheilens gibt; mithin hat der Verstand zwölferlei Weisen, seine zerstreuten Vorstellungen zusammenzusetzen. Dies sind die ursprünglichen allgemeinen Handlungsweisen oder Gesetze des Verstandes bei seinem Verfahren. Was und wie der Verstand denkt, denkt er nie anders, als in diesen zwölf Formen, welche Kategorien genannt werden. Sie drücken alle nur möglichen Arten der Gedankenverknüpfung (Synthesis) aus, und alle die tausend Verbindungen lassen sich nach Kant auf diese zwölf Züge eines verborgenen Gedankenmechanismus zurück-

*) Vergl. Zimmermann: Geschichte der Aesthetik.

*) Buckle: Geschichte der Civilisation in England. Deutsch von Ruge. I. S. 17.

führen. Man sieht also, dass man es beim Urtheile blos mit einer Verstandssache zu thun hat.

Die Popper'sche Aequivalenz aber, obzwar ich nicht genau weiss, was das Ding eigentlich ist, möchte ich in die Psychologie verweisen, weil man sie entweder unter die Gefühle rechnen kann, indem er sie doch wiederholt als die Ursache der „Massengefühle“ anführt, oder unter die Triebe, also unter das Begehrungsvermögen, weil er anderseits sagt, bei Betrachtung Alles dessen, was seit der Vorzeit bis auf unsere Tage die Menschen ästhetisch befriedigte, tauche uns eine der merkwürdigsten Triebkräfte im Leben des Menschen auf.

Wie also? — Soll jetzt unsere logische Erkenntniss, die bisher als blosser Verstandssache gilt, soll sie eine Gefühls- oder gar Begehrungssache werden?

* * *

Ich komme nun zum zweiten Theile der Abhandlung, nämlich zur kulturellen Bedeutung der technischen Fortschritte.

Hier versucht Herr Popper zunächst den Begriff „Kultur“ festzustellen und kommt zu dem Schlusse, dass diese nach Uebereinstimmung aller Menschen in deren Verlangen nach der Pflege ihrer Individualität bestehe. Dieser Individualitätskultur werde am besten entsprochen, wenn folgende drei Bedingungen erfüllt sind: 1. Sicherung der Existenz jedes einzelnen Individuums. Wenn dies vorhanden ist, 2. Vorhandensein der Hilfsmittel und Einrichtungen, damit, soviel als nur möglich, jenes Behagen und Glück erreicht werde, das jeder Einzelne verlangt. 3. Nichtvorhandensein jener Faktoren, die den Einzelnen zwingen wollen, nicht nach seinem eigenen, sondern nach dem Ermessen Anderer glücklich zu sein.

Nun, das ist nicht Kultur, sondern Glückseligkeitslehre, die stark nach epikureischer Schule riecht, deren Lehre überall in das rein subjektive Streben ausläuft, dem Individuum die Ruhe und Zufriedenheit des Daseins zu sichern; sie erhebt sich nicht einmal bis zu den Lehren jener Männer die in der zweiten Hälfte des XVIII. Jahrhunderts zur sogenannten „Deutschen Aufklärung“ gehört haben, bei denen auch das empirische, einzelne Ich, als das absolute, als das ausschliesslich Berechtigte gilt, und zwar deshalb nicht, weil sie von einer rechtlichen und sittlichen Bestimmung nichts weiss.

Herr Popper sagt zwar, seine Individualitätskultur habe nicht den Sinn, nur dem Egoismus zu dienen, aber er beweist es nicht.

Es ist Jedem unmittelbar einleuchtend, dass, wenn jedes einzelne Individuum nur auf seine eigene Wohlfahrt bedacht ist, ein jeder rechtliche und sittliche Zustand, welcher nur durch die Wechselbeziehung zu anderen Individuen zur Geltung kommt, undenkbar ist, und dass dadurch in die menschliche Gesellschaft ein Zustand einreissen müsste, der nicht einen Tag anhalten könnte. Ich kann mich schon aus den wiederholt erwähnten Gründen hier auf eine weitere Erörterung nicht einlassen und muss mich blos beschränken, darauf hinzuweisen, dass die Haltlosigkeit einer solchen Anschauung insbesondere Fichte mit methodischer Strenge nachgewiesen hat.

Zur Begriffsbestimmung der Kultur wurden also, wie vorher gesagt worden ist, drei Faktoren als wesentlich hingestellt; nun wird Jedermann folgerichtig schliessen, Herr

Popper werde jetzt auch den Einfluss der technischen Fortschritte auf jeden einzelnen dieser Faktoren untersuchen, um auf diese Weise auf deren Bedeutung für die Kultur im Allgemeinen zu schliessen. Das thut er aber nicht, vielmehr geht er hiebei von ganz anderen, und zwar einmal von den richtigen Gesichtspunkten aus. Wie man nämlich im Allgemeinen unter menschlicher Kultur versteht: die Veredlung des Menschen im Hinblick auf dessen intellektuelle, ethische und physische Verhältnisse, so unterscheidet er einen Einfluss auf die Vernunft (intellektuell), auf die Gesittung (ethisch) und das physische Wohl.

Die gewählten Gesichtspunkte sind nun zwar richtig, nicht aber auch die Betrachtungen, die er daran knüpft, wie ich gleich erweisen will.

In Bezug auf die Vernunft sagt er, dass dieselbe durch die technische Wissenschaft und durch die Naturwissenschaft überhaupt ohne Zweifel gekräftigt werde; allein die Wunder und Aberglauben zu beseitigen, dazu reichen selbst die grössten Leistungen der Technik und der experimentellen Wissenschaft nicht aus. Bei vielen, sonst vorgeschrittenen Geistern wachse in dem Maasse, als die Wissenschaft und Technik natürliche Wunder vorführt, der Anspruch auf immer merkwürdigere übernatürliche Wunder.

Der Ungebildete und der Gebildete (Gelehrte) unterscheiden sich nicht durch den Mangel an Wunderbedürfniss, sondern durch den Maassstab, den sie anlegen. Vom rohen Fetischglauben bis zum Spiritismus, der mittelst Philosophie und Mathematik unterstützt zu werden versucht wird, ist die Reihe eine kontinuierliche (sic!).

Diese Charakterisirung des Einflusses der Wissenschaften in intellektueller Beziehung passt allerdings auf die bis in das XVIII. Jahrhundert hineinreichende Zeit der sogenannten scholastischen Schule, während welcher Physik, Alchimie, Astronomie, rechte Astrologie und selbst Mathematik das fruchtbare Feld waren, auf welchem Aberglaube, Mystizismus, Sucht nach Wundern und aller damit zusammenhängende Obskurantismus die reichsten Früchte trugen. Das war die Zeit, wo die empirischen Wissenschaften, insbesondere die Naturwissenschaften, zur Beseitigung des Aberglaubens nicht nur nichts beitrugen, sondern zur Kräftigung geradezu mithalfen, und wo auch der Gelehrte von ihnen Wunder verlangte.

Dieser Zustand ist jedoch nicht auf uns überkommen. Als die letzten Reste des Scholastizismus gestürzt waren, als damit der menschliche Geist von den Fesseln befreit wurde, in denen er seither lag, und dorthin gestellt war, wo Selbstständigkeit und freies Denken allein maassgebend sind, seitdem war auch die freie Forschung in die Naturwissenschaften eingezogen, die dadurch in Bahnen gelenkt wurden, auf welchen sie unaufhaltsam zu immer grösseren Erfolgen gelangten. Auf ihnen haben sich dann allmählig die technischen Wissenschaften aufgebaut, die, immer weitere Kreise ziehend, den Glauben und Aberglauben immer mehr verdrängten, die überlieferten Irrthümer zerstörten, und schliesslich jene welthistorische Bedeutung *) erlangten, welche unsere heutige Zeit charakterisirt.

*) Schwegler. Geschichte der Philosophie. S. 131.

Heute ist dem menschlichen Geiste das alleinige Recht gegeben, sich über Alles selbst zu verständigen, Alles selbst zu beurtheilen; er soll nichts glauben, was er nicht in sich selbst, d. h. innerlich im Bewusstsein, erprobt hat; er soll überhaupt auf dem Gebiete der Wissenschaften nichts auf Autoritäten hin gläubig annehmen, es soll Alles und Jedes, was man annimmt, nur deshalb angenommen werden, weil man es weiss.

Darnach ergibt sich direkt, dass der Unterschied zwischen Ungebildeten und Gebildeten nicht derjenige ist, wie ihn Herr Popper zu behaupten beliebt. Der schärfste Unterschied zwischen dem eigentlich wissenschaftlich Gebildeten und dem sogenannten Nichtgelehrten ist der, dass der erstere, wie er sein soll, einmal und für immer dem Elemente des blinden Glaubens entrissen ist; er ist derjenige, welcher wissen will, was die anderen glauben, beurtheilen, was die anderen ungeprüft hinnehmen, und von dem man auch ein eigenes Urtheil erwartet, den man auch selbst im Staate dafür verantwortlich machen kann. Der Richter, der Arzt, der Ingenieur, sie müssen nach selbst-eigener Ueberzeugung handeln, diese ist ihnen nicht etwa bloß erlaubt, sondern sie ist ihnen zur Gewissenssache geworden.

In Bezug auf den zweiten Gesichtspunkt, nämlich in ethischer Beziehung, wird behauptet, dass man auf die Frage, ob die produktive Beschäftigung mit Wissenschaft und Kunst eine wirkliche positive Veredlung, eine ethische Erhöhung, eine grössere Gesittung der Menschen hervorruft, antworten müsse: Nicht im Geringsten. Es liefern hiefür die Geschichte die Beweise, indem man beim Ueberblicken der durch ästhetische Kultur berühmtesten Geschichtsepochen finde, dass sie in ethischer Beziehung keineswegs hervorrangen, ja eher umgekehrt, dass sie selbst unter einem mittleren Niveau der ethischen Entwicklung zurückbleiben, wie das Zeitalter des Perikles, des Augustus, das der Renaissance, Ludwig des XIV. etc.

Das ist dieselbe antiquirte Geschichte, welche Herr Rousseau vor mehr als 130 Jahren in seiner Abhandlung über den gleichen Gegenstand *) aufgebracht hat. Dieselbe ist schon so oft widerlegt und abgethan worden, dass ich leider Eulen nach Athen tragen muss, wenn ich hier auf dieselbe zurückkomme.

Bekanntlich hat im Jahre 1750 die Akademie zu Dijon einen Preis für die Beantwortung der Frage ausgesetzt, ob die Wiederherstellung der Wissenschaften und Künste zur Reinigung der Sitten etwas beigetragen habe. Rousseau hat diese Frage verneint, indem er durch Beispiele aus der Geschichte nachzuweisen versuchte, dass die Verderbung der Sitten und der aus ihr fließende Verfall des Staates allezeit mit der Aufnahme der Künste und Wissenschaften nothwendig eintreten müsse. Rousseau erhielt dafür den ausgeschriebenen Preis.

Man kann ja nicht leugnen, dass die Abhandlung in formaler Beziehung ein Meisterstück oratorischer Kunst sei,

*) Der Titel dieser Abhandlung ist:

„Discours qui a remporté le prix de l'academie de Dijon en l'année 1750 sur cette question proposée par même academie: si le retablissement des sciences et des arts a contribué à épurer les moeurs. Par M. Rousseau.“

allein den Inhalt kann Niemand ernst nehmen, besonders, wenn man bedenkt, dass die Abhandlung unter dem Eindrucke einer damals tief bewegten Zeit geschrieben ist, und dass Rousseau von der irrthümlichen Voraussetzung ausgegangen ist, dass der Mensch von Natur aus tugendhaft sei und zur moralischen Vervollkommenung nicht ebenso der Kultur und Pflege bedürfe, wie zur intellektuellen.

Schon Lessing hat ein Jahr darauf das Unhaltbare dieser Behauptungen nachgewiesen, und es ist charakteristisch für die Auffassung, welche er von diesen Rousseau'schen Ansichten hatte, dass er sie unter dem Kapitel: „Das Neueste aus dem Bereiche des Witzes“ (!) veröffentlichte.

Wenn man aber die Frage von ernster Seite auffasst, so muss konstatiert werden, dass in neuerer Zeit der Unterschied, der zwischen der ästhetischen und wissenschaftlichen Bildung und zwischen der moralischen stattfindet, vielleicht Niemand so scharf ausgesprochen hat, als Schiller in seinen Briefen: „Ueber die ästhetische Erziehung des Menschen“, und dass kaum ein Anderer den befruchtenden Einfluss der ästhetischen Kultur auf die wissenschaftliche und moralische bestimmter hervorgehoben hat, als dieser philosophische Dichter der Deutschen. Im zehnten dieser Briefe ist derselbe Gedanke angeführt, welcher auch in der vorliegenden Abhandlung für den Verfall der Sitten durch Kunst und Wissenschaft angeführt ist.

Wer diese Briefe gelesen hat, weiss, dass Schiller diesen scheinbaren Widerspruch vollständig aufgeklärt und bewiesen hat, dass die wahre Kunst und die Wissenschaft einen geradezu bestimmenden Einfluss auf die Moral ausüben.

Die wahre Kunst ist an solchen nachtheiligen Wirkungen völlig unschuldig; wo diese hervortreten, da entspringen sie entweder aus einem Missbrauche der wahren Kunst oder aus der Beschäftigung mit einer Scheinkunst, die vielleicht bis auf einem gewissen Grad die Form der wahren Kunst angenommen hat, aber doch im Widerspruche steht mit ihrem Wesen. Dieser Vorwurf trifft also die echte klassische Kunst nicht, sondern diese führt gerade in die Wirklichkeit hinein, lehrt uns die Wirklichkeit verstehen, ihre Tendenzen würdigen und nach ihrer Vollendung streben; denn die klassische Kunst hat es nicht mit Phantasmen zu thun, sondern mit der Wirklichkeit in ihrer Wahrheit. Wenn sich die Erkenntniss des Guten und die Liebe zum Guten auch auf anderem Wege bewirken lässt, so ist doch die ästhetische Bildung insofern ein unentbehrliches Hilfsmittel für die moralische Kultur, als es nur dem ästhetisch Gebildeten möglich ist, seinen sittlichen Geist auch nach aussen hin in Bezug auf andere Menschen sicher und vielseitig zu bethätigen.

In dieser Beziehung sagt Schiller im 23. Briefe ausdrücklich: „Es gehört also zu den wichtigsten Aufgaben der Kultur, den Menschen auch schon in seinem bloß physischen Leben der Form zu unterwerfen und ihn, soweit das Reich der Schönheit nur immer reichen kann, ästhetisch zu machen, weil nur aus dem ästhetischen, nicht aber aus dem physischen Zustand, der moralische sich entwickeln kann. Soll der Mensch in jedem einzelnen Falle das Vermögen besitzen, sein Urtheil und seinen Willen zum Urtheil

der Gattung zu machen, soll er aus jedem beschränkten Dasein den Durchgang zu einem unendlichen finden, aus jedem abhängigen Zustand zur Selbstständigkeit und Freiheit den Aufschwung machen können, so muss dafür gesorgt werden, dass er in keinem Momente bloß Individuum sei und bloß dem Naturgesetze diene. Soll er fähig und fertig sein, aus dem engen Kreise der Naturzwecke sich zu Vernunftzwecken zu erheben, so muss er sich schon innerhalb der ersteren für die letzteren geübt und schon seine physische Bestimmung mit einer gewissen Freiheit der Geister, d. i. nach den Gesetzen der Schönheit ausgeführt haben.“

Nun möchte ich noch eine Lanze einlegen für die technischen Wissenschaften, weil doch diese in der Abhandlung zunächst im Auge behalten sind, und weil behauptet wird, dass mit den Wissenschaften im Allgemeinen auch die technischen auf die Gesittung verderblich einwirken.

Zur Führung des Gegenbeweises will ich mich einmal eines von Herrn Popper selbst angeführten Argumentes bedienen, wobei ich mich allerdings auch auf Kant's „Kritik der praktischen Vernunft“ berufen will, in der Voraussetzung dass er deren Lehren gelten lassen, und nicht auch wie jene der „Kritik der reinen Vernunft“ umstossen will. Ich wähle Kant, weil er ihn selbst so oft nennt.

Also: Nach Kant ist das Sittengesetz ein kategorischer, nicht ein hypothetischer, blosse Nützlichkeitsregeln für empirische Zwecke gebender Imperativ, es ist ein allgemeines, jeden vernünftigen Willen verbindendes Gesetz. Es kann folglich nur aus der Vernunft, nicht aus niederem oder individuellem Belieben, nur aus der reinen, nicht aus der empirisch bedingten Vernunft stammen, es kann nur ein Gebot der autonomen, einen und allgemeinen Vernunft sein. Im Sittengesetze erweist sich also die Vernunft als praktisch, in ihm hat sie unmittelbare Realität, an ihm zeigt es sich, dass reine Vernunft keine blosse Idee, sondern eine das Wollen und Handeln bestimmende Macht ist.

Nach Popper wird aber die Vernunft durch die technische Wissenschaft gekräftigt. Daraus folgt unmittelbar, dass die technischen Wissenschaften auf das oberste Sittengesetz, also auf die Moral überhaupt nur kräftigend und fördernd wirken können, — was zu beweisen war.

Nun sollte ich noch den dritten Gesichtspunkt, nämlich den Einfluss auf das physische Wohl besprechen. Allein die Erläuterungen in der Abhandlung greifen zum grössten Theile in das Gebiet der Nationalökonomie hinüber, und ein solcher Polyhistor bin ich nicht, um mir auch hier eine Kritik anzumaassen. Ich muss das einer berufeneren Feder überlassen.

Bemerkungen zur Entgegnung des Herrn Dr. Erményi.

Im Beginne seiner Entgegnung spricht Herr Dr. Erményi die Meinung aus: „Man kann kulturgeschichtliche Gegenstände behandeln, auch ohne sich dabei in rein philosophische Erörterungen einzulassen, besonders dann, wenn man es dabei auf einen bestimmten Hörer-, bezw. Leserkreis abgesehen hat, dem dieses Gebiet im Allgemeinen ferner liegt“, und ferner: die Grenzen der eigentlichen Bestimmung dieser Zeitschrift seien durch meine Abhandlung vielfach überschritten worden.

Die letztere Bemerkung ist eigentlich nicht gegen mich, sondern gegen die Redaktion der „Zeitschrift“ gerichtet; ich glaube, nachdem die Abhandlung einmal gedruckt ist, dass es die Disziplin, die Grundlage alles Vereinslebens, erheischt, einen solchen Tadel in mehr privater Weise oder bei einer speziellen Diskussion über die Redaktionsführung vorzubringen.

Hätte die Redaktion vor Drucklegung meines Manuskripts die Weglassung eines Theiles, z. B. der zwei ersten oder des zweiten, aus Gründen des Regimes der „Zeitschrift“, gewünscht, so hätte ich mich gewiss den durch einen solchen eventuellen Wunsch ausgedrückten leitenden Grundsätzen unseres Vereines und seines gewählten Komitès akkomodirt; es wurde aber ein solcher Wunsch nicht ausgesprochen, zu meinem Vergnügen das vollständige Manuskript akzeptirt, daher nehme ich, und wohl auch die Mehrheit der Vereinsmitglieder, an, dass hiedurch das Regime der Redaktionsführung nicht überschritten sei.

Man kann allerdings philosophische Erörterungen bei kulturgeschichtlichen Themen weglassen, noch mehr, man kann kulturgeschichtliche Themen überhaupt weglassen, das Alles ist aber Geschmacksache; ich pflege es so zu machen, wie ich es eben machte, und ich akkomodirte mich dadurch den Anforderungen eines Ingenieur- und Architekten-, also nicht-philosophischen Vereines, dass ich alle Abstraktionen, alle Schulausdrücke, alle Citate, Syllogismen u. s. w., u. s. w. bis auf's Aeusserste vermied, stets einfach und klar zu sprechen suchte, so dass mich Jeder unserer Kollegen verstehen konnte und, wie ich bereits Beweise genug habe, auch wirklich sehr gut verstand. Es wäre mir wirklich sehr leid gewesen, dem Thema nicht jene Vertiefung haben geben zu können, die ich für nothwendig halte, um das Problem bis in seine Wurzeln zu verfolgen.

Es wurden in unserem Vereine nicht selten Vorträge gehalten, die sogar ausserhalb des direkten Interessenkreises desselben lagen, umsoweniger hat man Grund sich darüber zu beschweren, dass ein innerhalb des Interessenkreises gelegenes Thema behandelt wird, das von höchster und allgemeiner Wichtigkeit ist und das nur durch eine eindringende und vielseitige Behandlung dem Bereiche der Alltagsphrasen entrückt und fest fundirt werden kann.

Und nun wende ich mich zu den Ausführungen des Herrn Dr. Erményi selbst.

In der Entgegnung wird, meiner Ansicht widersprechend, behauptet, dass die technischen Fortschritte nur den Fachmann, nicht aber den Laien erfreuen, diesen vielmehr vollkommen gleichgiltig lassen, und dass die fertigen Werke der Technik ausschliesslich vom Standpunkte des Nutzens aus beurtheilt werden.

Dem widerspricht die alltäglichste Erfahrung; schon die Zahl der Besucher jeder Maschinenausstellung beweist das Gegen-theil und, was die ausschliessliche Nützlichkeit betrifft, so denke man nur an die beiden von mir hervorgehobenen Beispiele der Jablochkoff-Kerze und des Ericson-Motors. Niemand, weder Fachmann noch Laie, wird den Gedanken der elektrischen Kerze nicht schön finden, wenn er auch bereits weiss, dass sie lebensunfähig, oder überholt, also nutzlos sei.

Die Entgegnung meint ferner, die Römer und Griechen hätten so wie wir schon technisch- oder wissenschaftlich-ästhetische Gefühle gehabt.

Das habe ich auch nicht bestritten und eben aus diesem Grunde gesagt: Diese Art ästhetischer Empfindung sei bei den Griechen und Römern „fast“ gar nicht bekannt gewesen. Es genügt aber nicht, vereinzelte Beispiele (z. B. Archimedes) vorzufinden, wenn man ein ganzes Zeitalter charakterisiren will; auch bezüglich des Naturgefühls finden sich bei den Alten Anklänge genug — wie das in neuester Zeit gründlich nachgewiesen wurde — aber als allgemeine Empfindung war es ebensowenig wie das ästhetisch-technische vorhanden.

In der Entgegnung wird behauptet: „Ueber den ästhetischen Zustand, sagt er (Popper) ferner, lasse sich kein objektives Gesetz und keine bindende Definition geben. Gleich darauf aber behauptet er, dass ihn die ästhetische Analyse zu einem Resultate geführt habe und gibt nun eine ausführliche Definition . . . hierin liegt . . . ein Widerspruch.“

Hier hat der Herr Entgegner unaufmerksam gelesen; ich sagte, es sei Niemanden möglich, eine „bindende Definition des Schönen“ oder eine „Vorschrift für dessen Beurtheilung“ zu geben, gab eine Analyse des ästhetischen Zustandes, aber nicht des Schönen als solchen, und fügte später, um jedes Missverständniss zu verhüten, ausdrücklich hinzu: „Meine Analyse sei Jedem zur beliebigen Annahme oder Verwerfung mitgetheilt“ und weiterhin: „Diese Analyse soll nur den ästhetischen Zustand charakterisiren, nicht aber eine Regel angeben, nach der man ästhetische Prophezeiungen machen kann.“ Gerade das Letztere müsste aber möglich sein, wenn es objektive Kunstgesetze gäbe, d. h. man müsste mit Sicherheit im Vorhinein angeben können, dass irgend ein sogenanntes Kunstwerk einem bestimmten Menschen gefallen würde, und, wenn dies nicht eintrifft, müsste man beweisen können, dass dieser Mensch und nicht die Kunstregel, d. h. der ästhetische Ausspruch, sich geirrt habe.

Der Herr Entgegner will durch die Zahl der Universitäts-Professoren für Aesthetik, z. B. der vier Professoren an der Wiener Universität, beweisen, dass „es um diese Wissenschaft nicht so traurig bestellt sei, als dass sie nicht einmal über ihre Elemente im Klaren sei“. Hierauf ist Folgendes zu erwidern:

Ein Fach ist umsomehr Wissenschaft, je grössere prophetische Kraft es besitzt, d. h. Regeln, die es Jedem, der diese kennt, ermöglichen, bei normalen Geistesanlagen im Vorhinein Aussagen zu machen, die dann die Zustimmung der Menschen oder die Zustimmung der Natur erhalten. Das Prophezeien kann in die Vergangenheit hinein geschehen, wie es Astronomie, Kosmologie, Geologie, Archäologie und gewisse Kapitel der Philologie im Stande sind, oder in die Zukunft, wie dessen Chemie, Physik, Mechanik und ganz besonders Mathematik fähig sind. Jeder Beweis in der Mathematik, wie jedes vorhergesagte Experiment in der Physik sind Akte, in denen sich die prophetische Kraft dieser Fächer, also deren wissenschaftlicher Charakter, dokumentirt, und man sieht auch, dass nicht — wie Kant meinte — die mathematische Gestaltung es ist, die ein Fach zur Wissenschaft stempelt, sondern die prophetische Kraft, die Fähigkeit, etwas sicher zu wissen, ohne dass es ein unmittelbares Erlebniss oder bevor es ein solches wird; die mathematische Gestaltung ist nur ein spezieller, aber allerdings der vollkommenste Fall dieser grossen Eigenschaft. Und dieser meiner Auffassung zu Folge rangirt eben die Aesthetik in den allerletzten Rang.

Und ferner ist zu erwidern, dass Herr Dr. Erményi wohl die Literatur der Aesthetik gar nicht kennt, denn sonst müsste er wissen, dass gerade die exakt denkenden Köpfe in diesem Gebiete stets am meisten den schwankenden Charakter ästhetischer Urtheile und zwar so gut hervorgehoben haben, dass ihre positiven Ansichten und Theorien dagegen stets verblässen, ich will nur an David Hume, Kant und Fechner erinnern; ja, der Schöpfer des umfassendsten ästhetischen Systems, Fr. Vischer, warf gegen Ende seines Lebens Alles wieder über Bord und beklagte es, dass die Aesthetik noch kaum am Anfange einer wissenschaftlichen Gestaltung sei. In der von Herrn Dr. Erményi citirten, sehr verdienstlichen „Geschichte der Aesthetik“ von Zimmermann ist aus begreiflichen Gründen dieser gegenwärtige Zustand der Aesthetik und ihrer Literatur nicht hervorgehoben, und ich kann daher Jeden nur auf die Lecture der Originalschriftsteller verweisen. Möge Herr Dr. Erményi sich vielleicht seinerzeit um die von mir in Aussicht gestellte spezielle Ausführung bemühen, so wird er noch genauer die Richtigkeit meiner Behauptung einsehen. Mit der Zahl der Universitäts-Professoren — deren Arbeiten ich trotz Allem sehr achte*) — für irgendein

Fach die Festigkeit und den wissenschaftlichen Charakter dieses Faches beweisen zu wollen, ist aber in der That etwas Neues und höchst Seltsames.

Möge doch der Herr Entgegner an die vielen theologischen Fakultäten denken! Oder meinetwegen nur an Eine, z. B. an jene der Universität in — Kairo, die „grosse Medresse“ genannt. Dasselbst wird der Koran und eine Unzahl von Commentaren zum Koran von 320, sage dreihundertundzwanzig Professoren gelehrt, man betrachtet das als die höchste Wissenschaft und nimmt unter Anderem für gewiss an, dass Mohammed mit dem Engel Gabriel 80 000 Unterredungen hatte in der kurzen Zeit, während welcher sein Topf, den er zufällig umstiess, sich entleerte; nun, ich gestehe, ich kann das schwer glauben, obwohl an der Universität Kairo allein 320, also 80 Mal mehr Professoren unterrichten, als Herr Dr. Erményi für nöthig hält, um die Festigkeit einer Wissenschaft zu beweisen!

Der Herr Entgegner meint, meine Ansicht, dass ästhetische Triebe in der Weltgeschichte eine Rolle spielen, könne deswegen nicht richtig sein, weil Buckle nichts davon erwähnt.

Nun hat man vor und nach Buckle Manches über Geschichtsphilosophie geschrieben und hält es da oder dort für wahr, obwohl Buckle es nicht gesagt hatte, und Buckle selbst sagte Manches, was z. B. Hegel in seiner Philosophie der Geschichte nicht gesagt hat — und auch Hegel war bekanntlich nicht ohne Talent — und wiederum glauben Viele, dass trotzdem Buckle Recht hat.

Mit der widersprechenden Ansicht eines berühmten Autors eine neue Ansicht schlagen zu wollen, war die gewöhnliche Manier der „Scholastiker im Mittelalter“, aber sie dadurch widerlegen zu wollen, dass ein berühmter Autor etwas nicht gesagt hat, kam in jenen Zeiten nur höchst selten, kömmt in unseren gar nicht mehr vor und muss daher diese Art der Argumentation dem Herrn Entgegner als eine nahezu originelle Leistung, die von grosser Selbstständigkeit zeugt, zuerkannt werden. Es war übrigens gerade ein Gespräch über Buckle, das mich veranlasste, meine Arbeit zu verfassen, vorzutragen und zu veröffentlichen, weil ich die Erfahrung machte, dass dieser grosse Mann bei Vielen, namentlich bei den Technikern, überschätzt wurde, indem man seine einseitige Hervorhebung der Verstandes- und seine Ignorirung der Gemüthskräfte gar nicht bemerkte; ja ich hielt seit jeher auch seine sogenannten Geschichtsgesetze für werthlos, sagte schon vor Jahren das baldige Veralten seines Werkes voraus und hatte wie die Erfahrung zeigt, damit Recht behalten.

Ueber meinen Satz: „das von Kant aufgestellte Prinzip der synthetischen Urtheile a priori muss durch das der Aequivalenz ersetzt werden“ ist Herr Dr. Erményi sehr bestürzt, meint, dass ich wohl nicht geahnt habe, welche sensationelle Behauptung ich damit mache und dass dieser Ausspruch in „berufenen“ Kreisen ungeheuere Verwunderung erwecken würde.

Ich stimme dem letzterem Satze vollkommen zu, aber nicht der Meinung des Herrn Entgegners, dass ich die Tragweite meines Ausspruches nicht geahnt habe. In einer so kurzen Notiz, die noch dazu ein dem Ingenieur fremdes Gebiet betrifft, konnte ich schon aus Bescheidenheit nicht sagen: ich habe da eine höchst wichtige und eingreifende erkenntnistheoretische Entdeckung gemacht, so etwas kann man nur in einer ausführlichen Darstellung des Gegenstandes thun und wahrscheinlich werde ich auch wirklich gelegentlich der Bearbeitung des Aequivalenz-Prinzips nicht mehr so bescheiden sein, wie in jener Notiz — Herr Dr. Erményi wird sich auch bald davon überzeugen können — und dafür, dass sowohl die jetzige Abhandlung als auch Alles von mir in Aussicht Gestellte in die „berufenen“ Kreise der verschiedensten, also auch der philosophischen Richtung, komme, habe ich theils bereits schon gesorgt, theils wird es weiterhin bei jeder passenden Gelegenheit geschehen; da es ja der Zweck jedes wirklich ernstesten Schriftstellers ist, zu wirken, und jeden Widerspruch zwar zu achten, jedoch nicht vor demselben zurückzuschrecken, geschweige denn etwas in der Voraussetzung zu sagen, das Sachverständige — nichts davon erfahren!

Gelegentlich meiner Kulturdefinition meint Herr Dr. Erményi, ich wünsche, jedes einzelne Individuum solle nur auf seine eigene Wohlfahrt bedacht sein, dann aber sei jeder rechtliche und sittliche Zustand undenkbar.

*) Die Leistungen mancher Forscher, z. B. Kant's, Hegel's und Schopenhauer's in ästhetischer Richtung rechne ich zu den bedeutendsten geistigen Leistungen überhaupt, daraus folgt aber nicht, dass Aesthetik bereits eine Wissenschaft sei und dass es „ewige“ oder „objektive“ Kunstgesetze gebe.

Hier hat der Herr Entgegner abermals höchst unaufmerksam gelesen, denn ich sagte ausdrücklich: „Man muss unterscheiden zwischen den Forderungen des Individuums an die Kultur und zwischen seinen persönlichen Behagen“ und um nur ja jedes Missverständniss auszuschliessen, sagte ich ferner, Altruismus, Opferwilligkeit u. s. w. seien demnach schon in der Individualitätskultur mit enthalten und gab zur höchsten Verstärkung der Deutlichkeit — damit es nicht scheine, als lehre ich den Egoismus — das Beispiel: Wenn im Staate alle Stimmberechtigten Mütter wären, so müsste die richtige Individualitätskultur die Kinder auf Kosten der Mutter glücklich zu machen suchen, weil diese es so verlangen würden.

Ich dachte wirklich, dieses Beispiel sei so extrem, so drastisch, dass man mich wegen meiner übergrossen Aengstlichkeit, missverstanden zu werden, verlachen würde; indessen sehe ich an der Entgegnung, dass selbst diese übertriebene Deutlichkeit leider nichts nützte.

Während ich behaupte, dass die Fortschritte der Wissenschaften und Technik das Wunderbedürfniss bisher noch nicht beseitigen konnten, meint Herr Dr. Erményi das Gegentheil und gibt eine rhetorisch gehobene Wiederholung bekannter Argumente für seine Meinung, mit denen aber gar nichts bewiesen wird, weil die Thatsachen des Lebens dabei gänzlich ignoriert werden. Möge er doch die Schriften von Zöllner, Crookes und namentlich von Alfred R. Wallace lesen, dann wird er lernen, wie es mit dem Wunderbedürfniss und -Glauben selbst bei höchst vorgeschrittenen Geistern steht; namentlich das Beispiel von Wallace ist sehr lehrreich, denn dieser, der Mitstreber Darwin's und einer der genialsten Naturforscher neuerer Zeit, hat es sogar unternommen, die berühmteste gegen den Wunderglauben gerichtete Abhandlung, nämlich jene von David Hume, zu widerlegen, und Wallace's Argumente sind wirklich durchaus nicht so leicht zu annulliren; Ignoriren oder Vornehmthun ist ihnen gegenüber ganz und gar übel angebracht!

Bezüglich der Einwirkung von Wissenschaft und Technik auf die Gesittung gibt der Herr Entgegner eine ganz und gar unrichtige Darstellung meiner Ansicht; er sagt, er wolle für die technischen Wissenschaften eine „Lanze einlegen,“ weil von mir behauptet wird, sie wie die Wissenschaften überhaupt wirken „verderblich“ auf die Gesittung.

Nie dachte ich das, nie schrieb ich das; ich behaupte nur — im Gegensatz zu der Rousseau'schen und zu der entgegengesetzten Ansicht — dass Wissenschaft, namentlich aber Kunst, weder verderblich, noch positiv veredelnd auf die Moral einwirke; ich sage in der Abhandlung, dass man „höchst wichtige negative Vorzüge in moralischer Beziehung“ konstatiren könne, ferner: „dass die technische Kultur am wenigsten die Naivetät der menschlichen Natur korrumpirt“ und dass „die Angewöhnung des Charakters an Wahrheit“ der Grund war, aus dem Confucius das Studium der Wissenschaften empfahl.

Wieso nun, nach allem diesem, Herr Dr. Erményi zu der Behauptung kommen konnte, ich hätte von einer verderblichen Wirkung der Wissenschaften und Technik gesprochen, ist mir ganz unerklärlich.

Schiller's Aufsatz „Ueber die ästhetische Erziehung des Menschen“ citirt der Herr Entgegner, um eine moralische Veredlung durch die Kunst zu beweisen; da hat er aber eine Arbeit Schiller's citirt, die ich unter seinen Aufsätzen dieser Art gerade für die schwächste halte; Herr Dr. Erményi hätte weit wirksamer den Schiller'schen Aufsatz „Ueber den moralischen Nutzen ästhetischer Sitten“ gegen mich anführen können, einen Aufsatz, der zwar nicht so berühmt ist als der erstgenannte, hingegen viel sachlicher und weniger schulmässig beengt; gegen diesen tüchtigen Aufsatz richtet sich in meiner Abhandlung eine gewisse Stelle, in der dessen Hauptargument widerlegt wird, ich nannte jedoch den Aufsatz selbst, wie überhaupt vieles Andere nicht,

was ich sachlich berücksichtigte, weil es sich mir ja nicht um Titel und Namen, sondern um Argumente handelte. Der Herr Entgegner wird jene Stelle meiner Abhandlung, die ich meine, gewiss herausfinden, wenn er den genannten Schiller'schen Aufsatz gelesen haben wird und dann besser verstehen, was ich meinte.

Zwei Stellen der Entgegnung muss ich „liebenswürdig“ nennen, nachdem ich mich von meinem Erstaunen und der betrübenden Empfindung, ihnen bei einem so ernsten Thema überhaupt zu begegnen, erholt und wieder gesammelt habe; es sind das jene beiden Stellen zu Anfange der Entgegnung, in denen bemängelt wird, ich hätte statt „Idealismus“ . . . „Sinn für Ideale“ und anstatt „Empfindung“ . . . „Gefühle“ sagen sollen, bei welcher Gelegenheit der Herr Doctor mir nicht weniger als vier, sage vier, Lehrbücher der Psychologie für Mittelschulen, sozusagen mit hoch emporgehobenen Händen, entgegenhält.

Ein schöner Zufall fügt es, dass ich nicht weniger als drei von diesen vier Lehrbüchern kenne und Eines darunter sehr genau.

Es sind nunmehr über zwanzig Jahre her, seitdem ich nach diesem Einen, als offiziell erklärten, einen Gymnasialschüler unterrichten musste und ich erinnere mich noch mit Vergnügen an die heiteren Stunden, die mir dieses Schulbuch verschaffte.

Schon damals dachte ich daran, so wie seitdem öfter und gerade heute wieder, wie die Techniker es doch dem Schicksale danken sollen, dass es noch keinem Unterrichtsminister eingefallen ist, zur „höheren Geistesausbildung“ der Techniker in den Real-schulen Logik und Psychologie unterrichten zu lassen. Denn was wäre die Folge? Nach meiner langjährigen Beobachtung Folgendes:

Man würde in unreifem Alter Definitionen, Distinktionen und Eintheilungen lernen, die zu gar nichts nütze sind, die aber später hindern, einen gesunden Blick für die Thatsachen des Lebens zu gewinnen und — was noch schlimmer ist — die die Meinung erwecken, man wisse etwas, während man im Grunde sich nur Hilfsmittel angeeignet hat, sich jedem klaren Wissen zu verschliessen und mit dem Anscheine von Exaktheit dagegen zu polemisieren, also nur die traurige Kunst gewonnen hat, sich noch unbelehrbarer zu machen, als es der Mensch schon von Natur aus ist.

Und, hieran anknüpfend, spreche ich einen Wunsch aus.

Es mögen Jene, die den eigentlich wichtigsten, dringendsten Theil meiner Abhandlung, nämlich jenen über die wirtschaftliche Bedeutung der technischen Fortschritte und über die Kulturkriege, wo auch immer, besprechen wollen, um mit Herrn Dr. Erményi zu sprechen, „berufene“ Kritiker sein, und ich will nun sagen, was ich unter berufener Kritik verstehe:

Nicht im Vorhinein den Autor einer Arbeit für unwissend halten, wenn die Unwissenheit nicht geradezu aus der Arbeit hervorleuchtet, denn man kann nie wissen, Wen man vor sich hat; den Autor nicht durch Citate aus berühmten Schriftstellern widerlegen wollen, denn wenn der Autor das schon Gesagte für richtig hielte, hätte er seine eigene Arbeit nicht unternommen; stets die Behauptungen des Kritisirten mit den Thatsachen des Lebens vergleichen und dann erst argumentiren; sich bei geringfügigen Punkten überhaupt nicht aufhalten, keine Schulbücher anrufen, und nur ja nicht bei Besprechung der ernstesten Themen einer ernsten Zeit, wie die unsere, dem Autor vorhalten, er hätte statt dieses oder jenes Ausdruckes jenen oder diesen Ausdruck gebrauchen sollen! Denn das würde an die Geschichte von jenem Professor der Philologie erinnern, der eben im wichtigsten Moment seines Lebens stand, nämlich im Begriffe, zu sterben und der mit schwacher Stimme zu den Umstehenden sagte: „Ich gehe meinem Ende entgegen,“ und nach einigen Augenblicken mit noch schwächerer Stimme: „Oder, man kann auch sagen: Mein Ende geht mir entgegen.“

Wien, den 10. August 1888.

Josef Popper.

WASSERLEITUNGSANLAGE FÜR IGLAU.

Fig. 1, Übersichts-Plan der Wasserwerks-Anlage in Iglau.



Gezeichnet v. A. Delwain

Fig. 2. Längenprofil durch die Teiche und der Hauptleitung

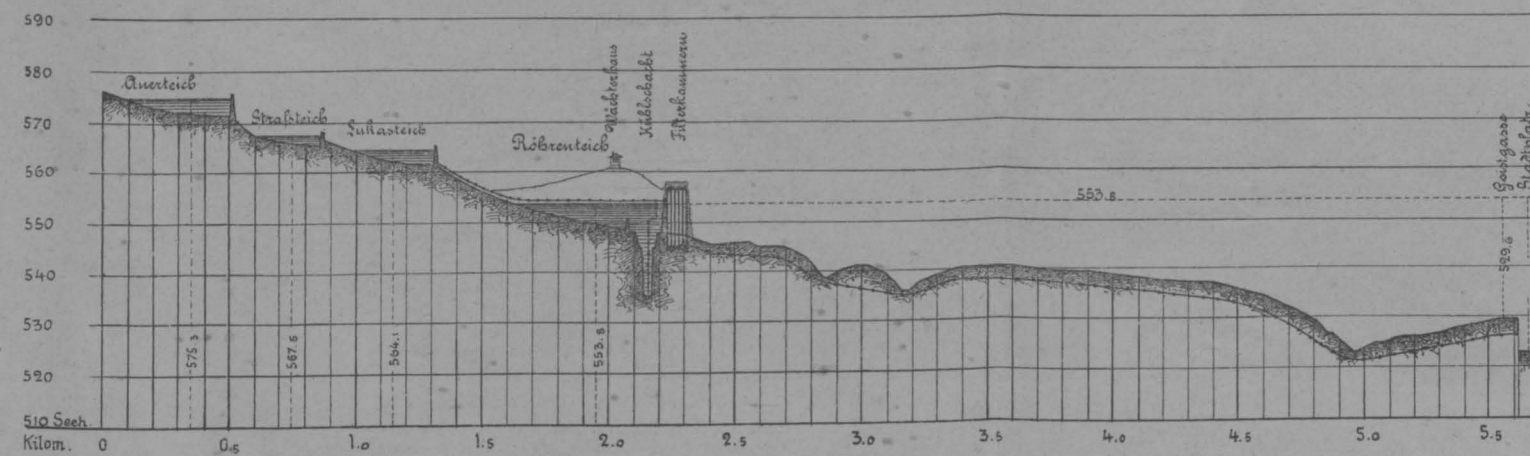


Fig. 4. Graficon über die beobachteten Temperaturen der Luft, dann des Wassers im Luftasteich im Röhrenteich und in den Reinwasser-Kammern.

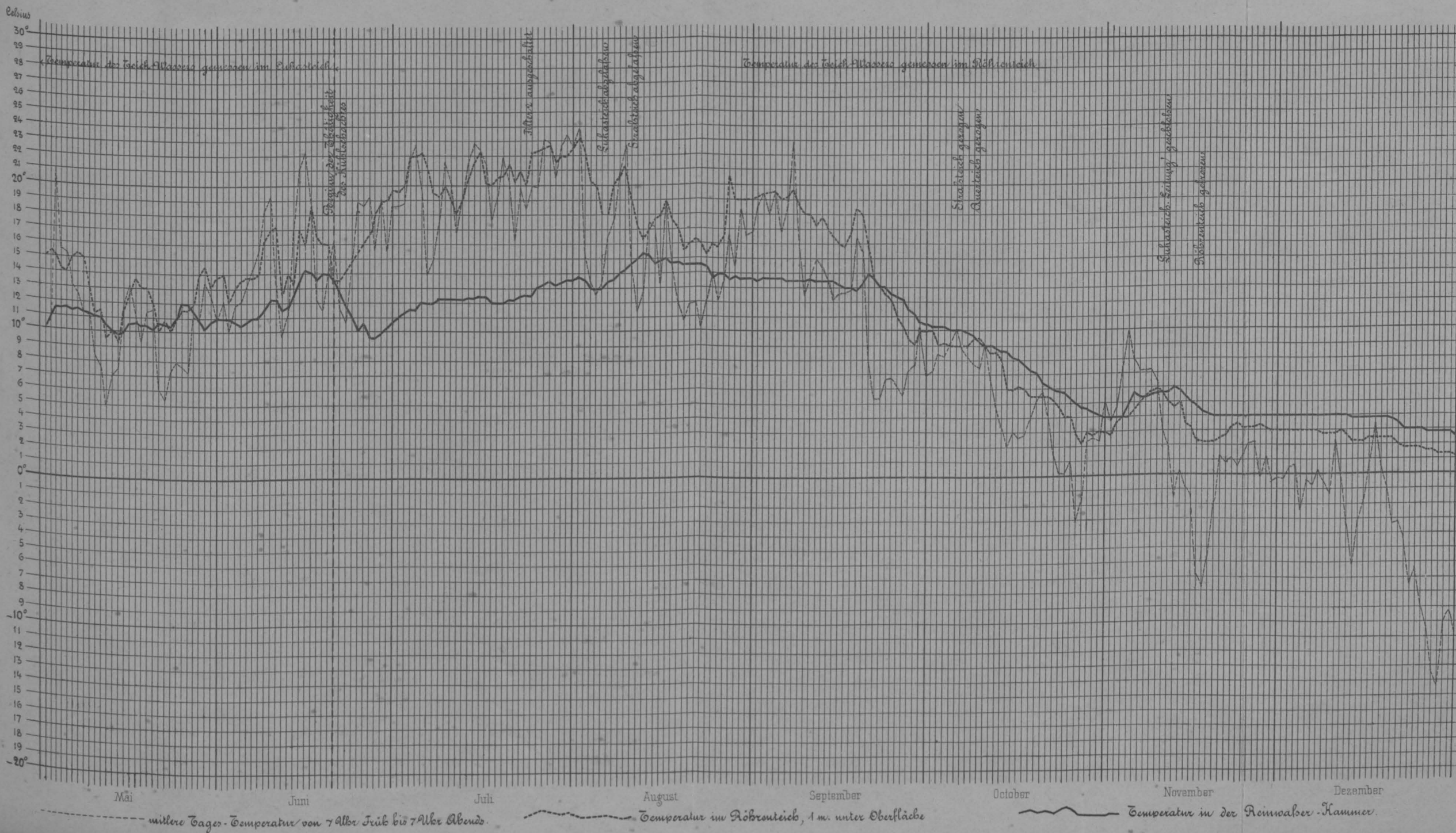


Fig. 3. Abnahme der Temperatur nach der Tiefe in Alpenseen

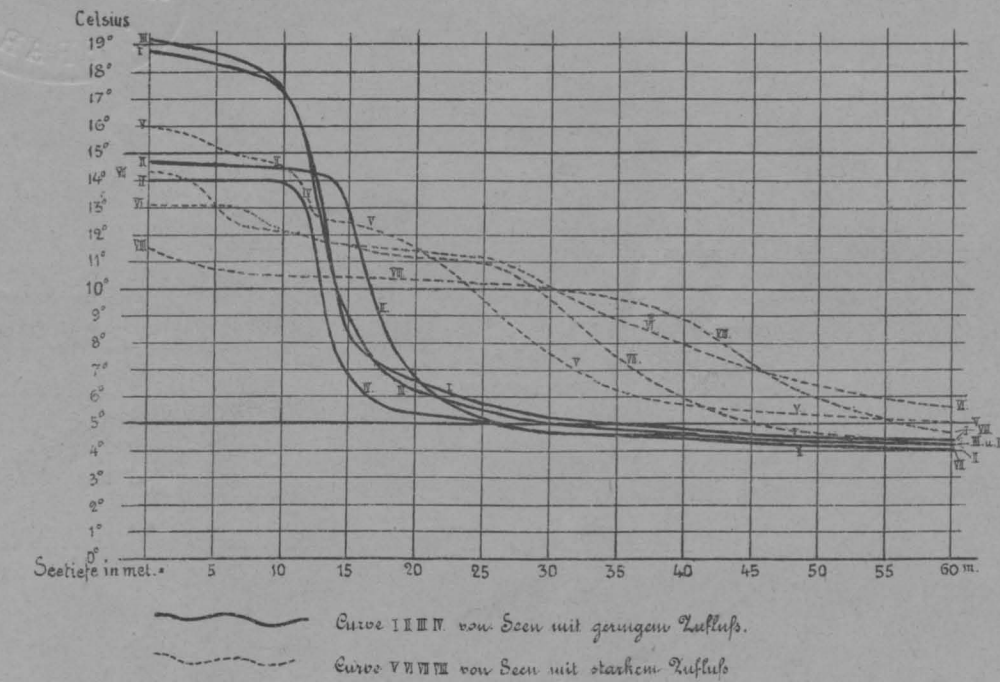
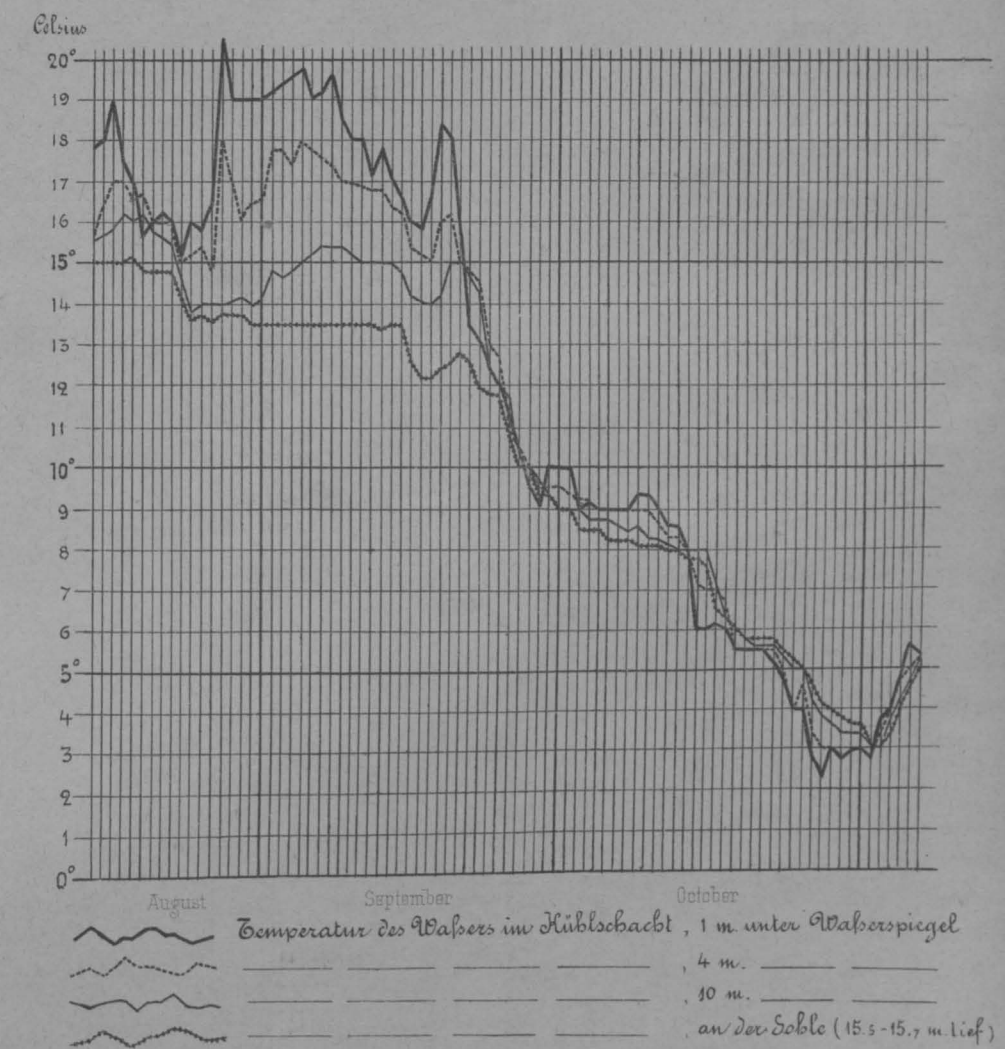


Fig. 5. Temperatur-Messungen im Kühltisch



Gezeichnet v. A. Delwan

Fig 6 Schnitt durch den Kühltisch in ABCDEF

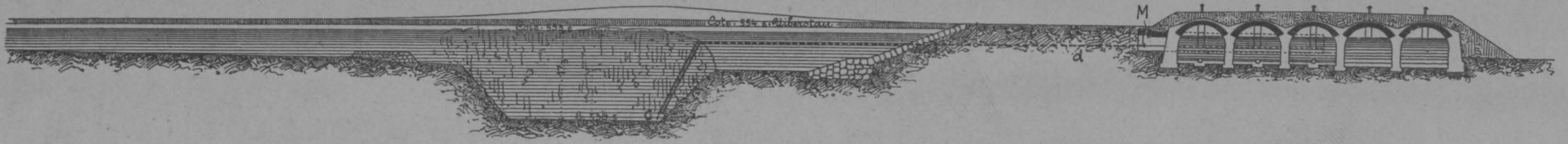
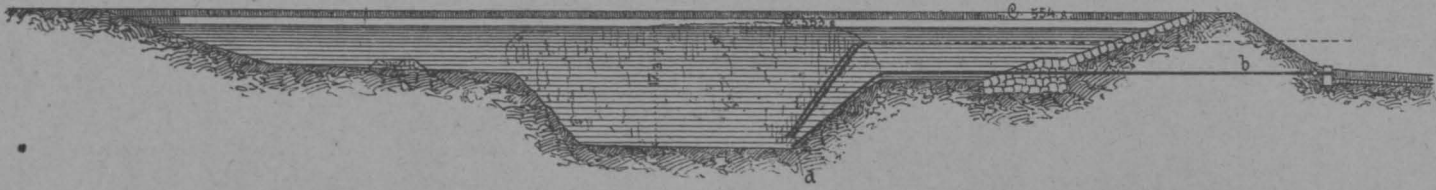


Fig 7 Schnitt durch den Kühltisch in ABGHJ



Schnitt in KL

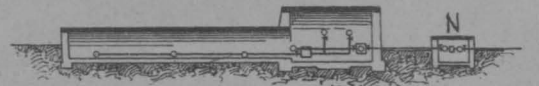


Fig 8, Situation des Kühltisches

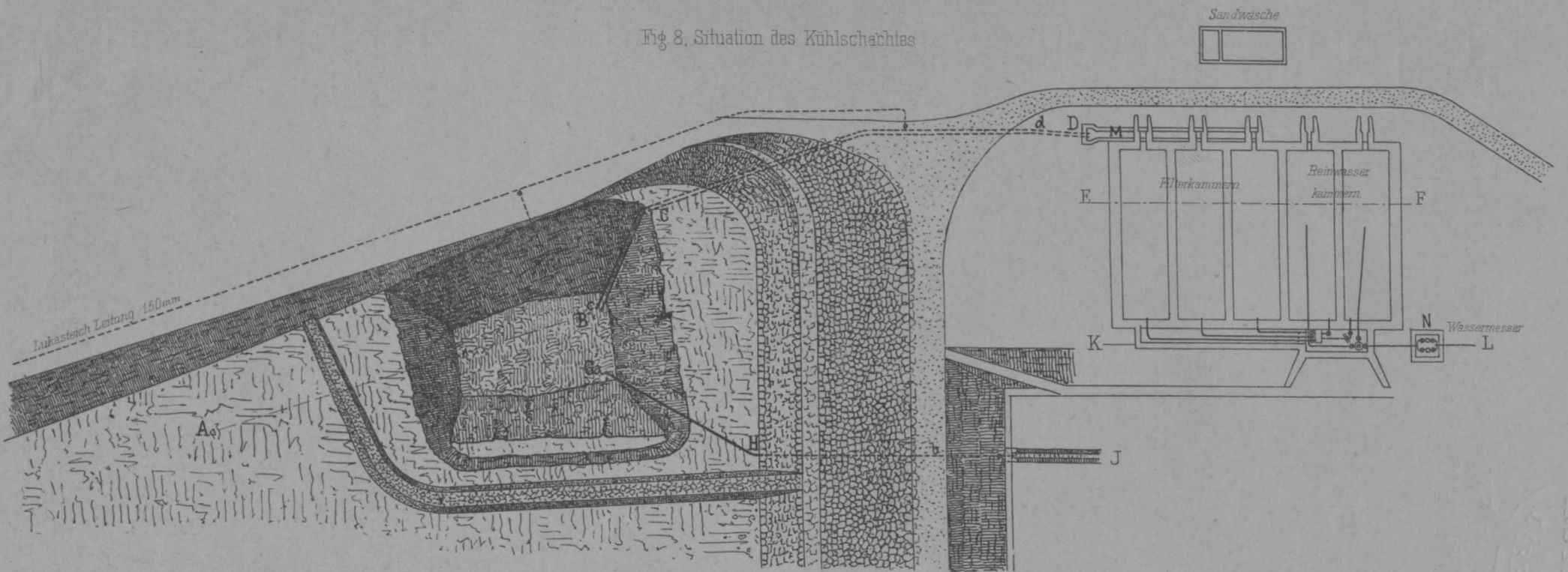
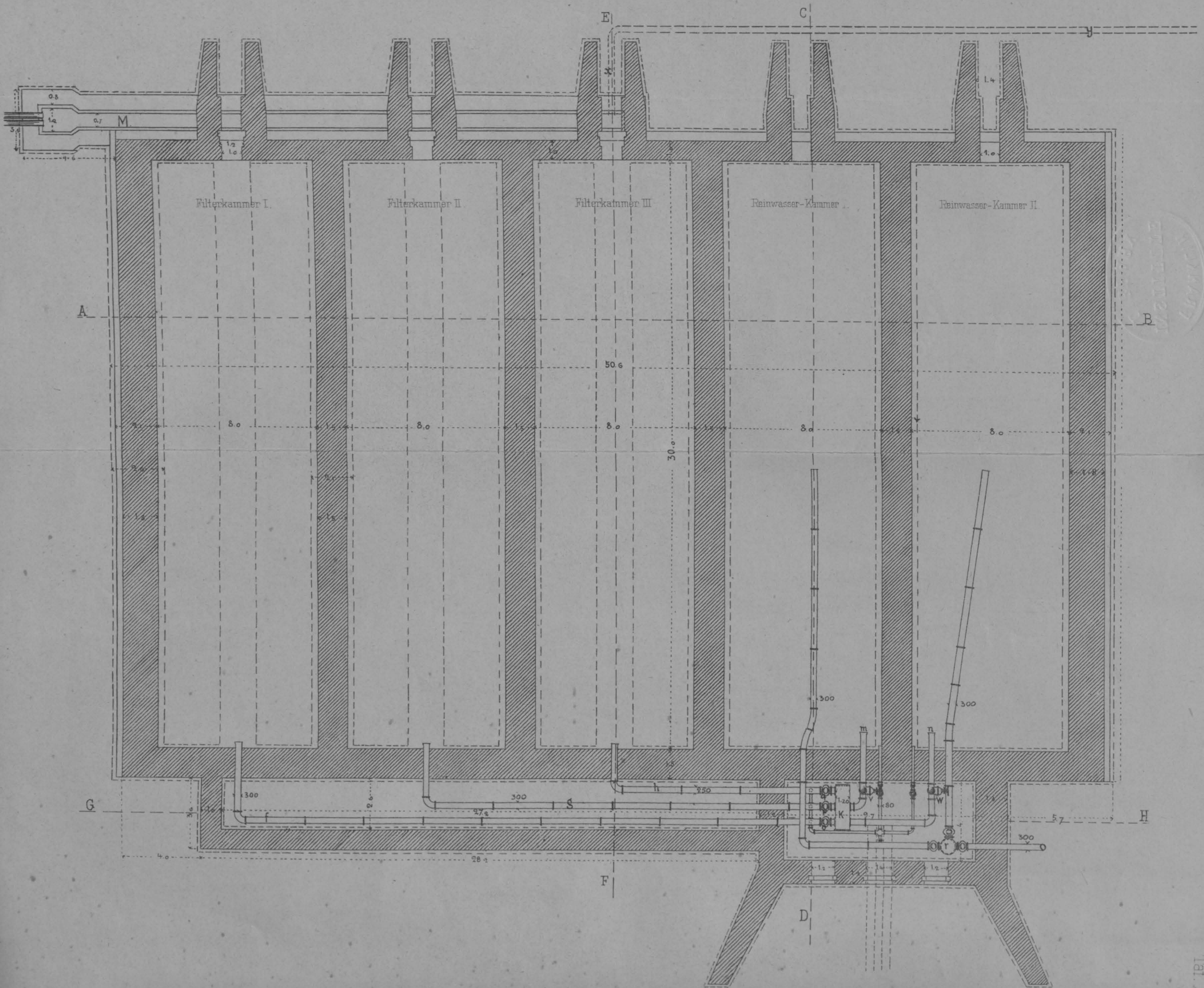


Fig 9 Grundriss der Filter- und Reinwasser-Kammern und der Schieberkammer



Gezeichnet v. A. Oelwein

Fig 10. Schnitt in AB durch die Kammern

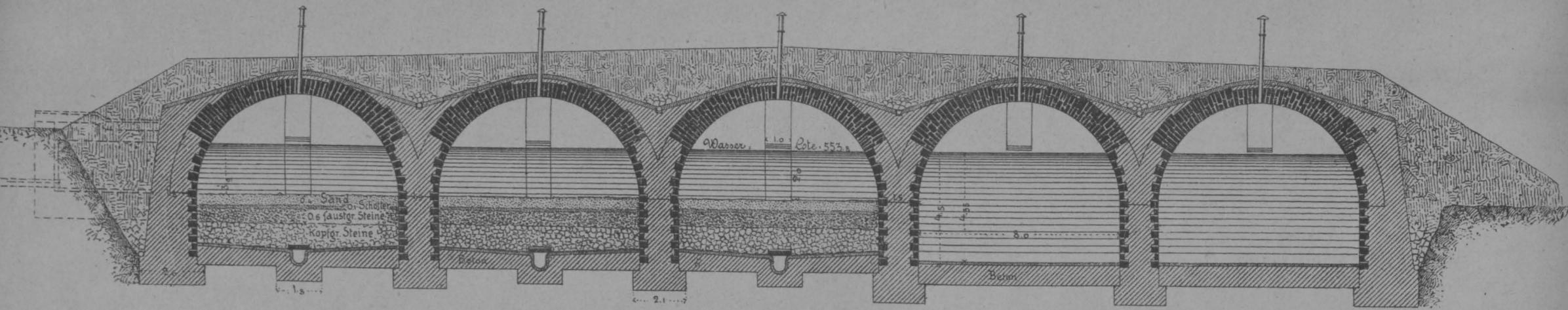


Fig 11. Längenschnitt in CD.

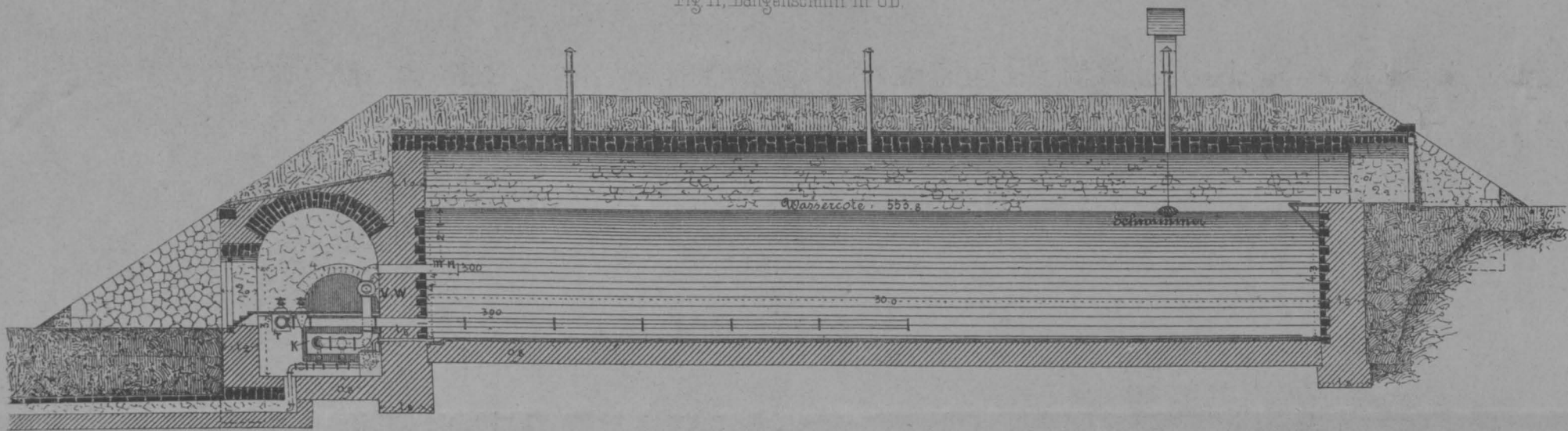


Fig 12. Schnitt in EF.

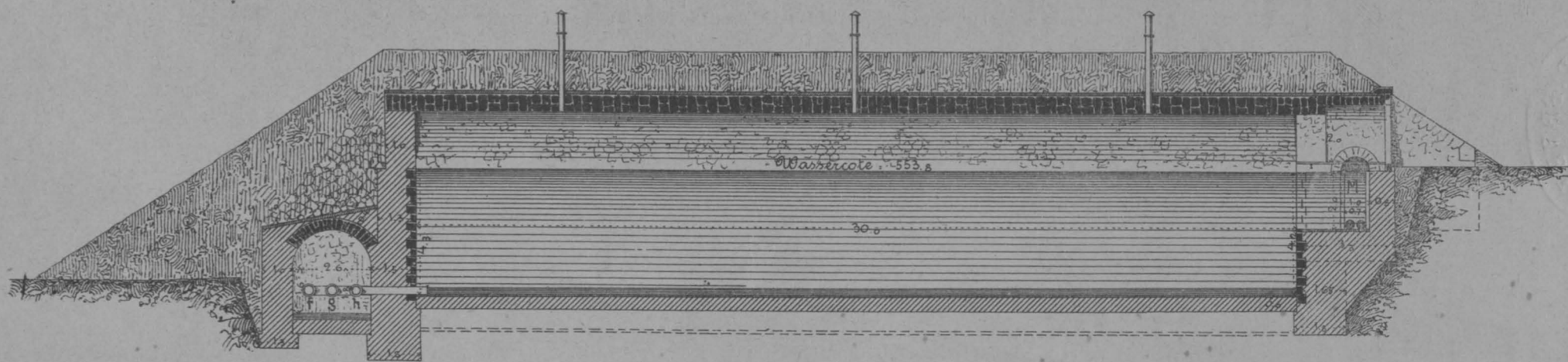


Fig 13. Schnitt in GH durch die Schieberkammer

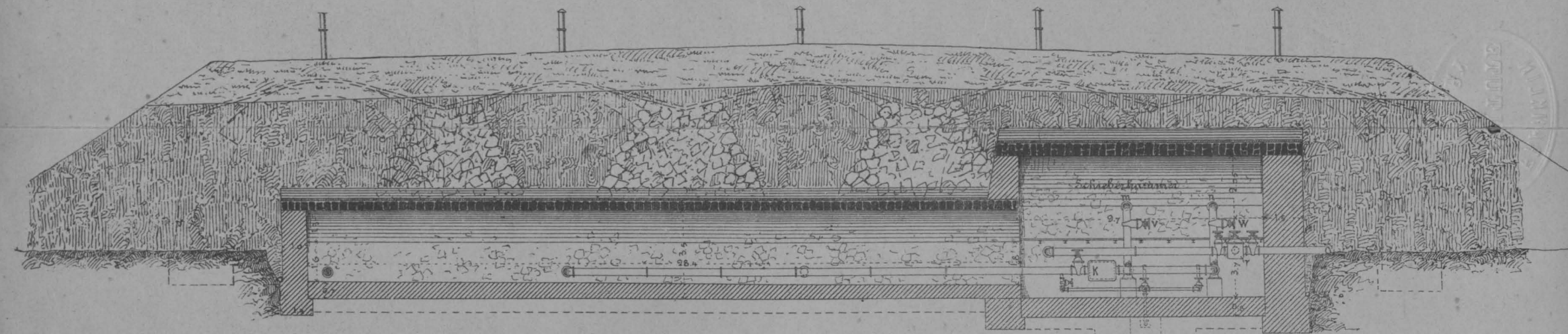


Fig 14. Ansicht der überschütteten Kammer

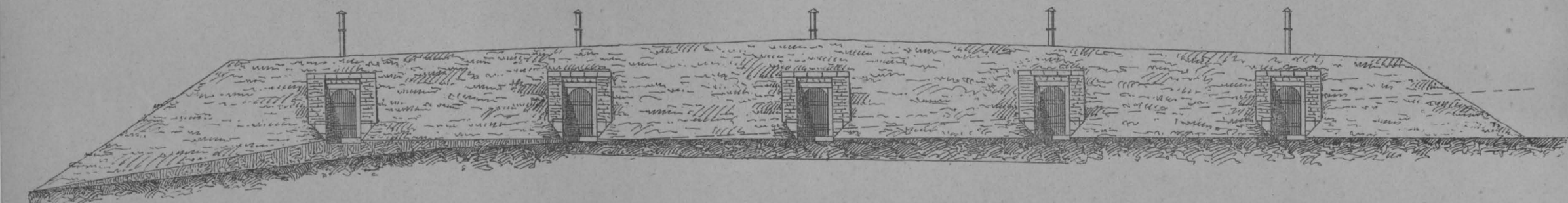
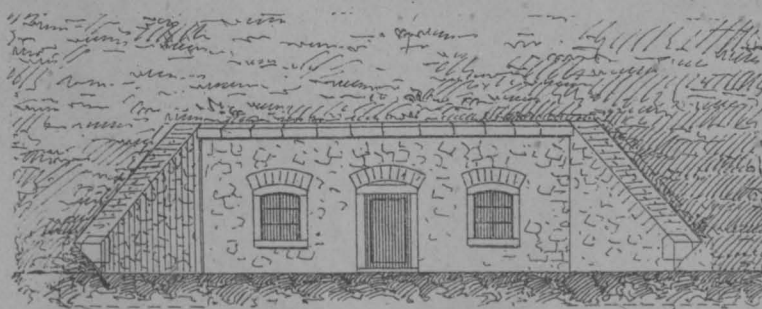
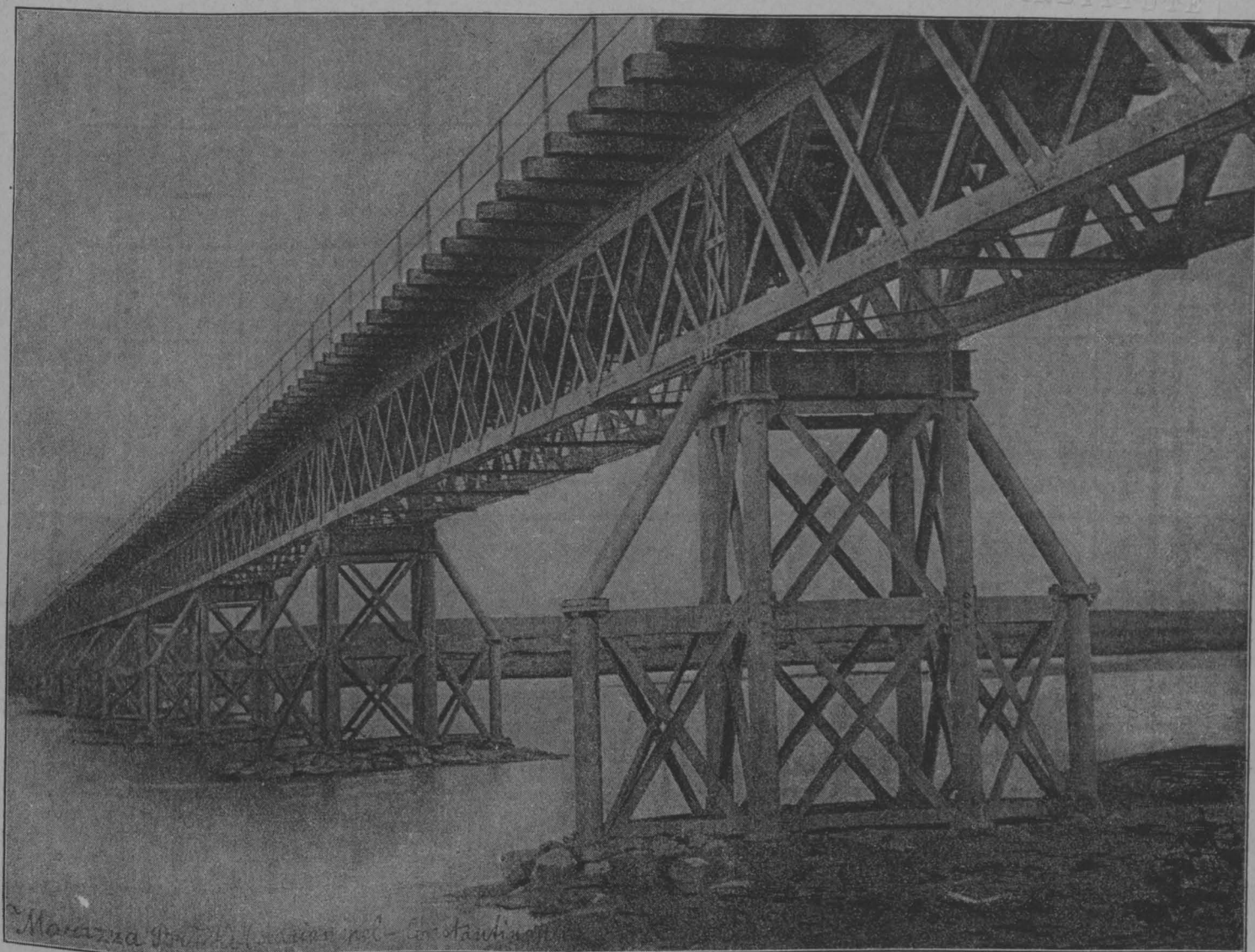


Fig 15. Eingang in die Schieberkammer



EISENBAHNBRÜCKE ÜBER DIE MARIZZA

FRANKLIN
INSTITUTE



Einschraubevorrichtung

Fig. 1. Durchschnitt

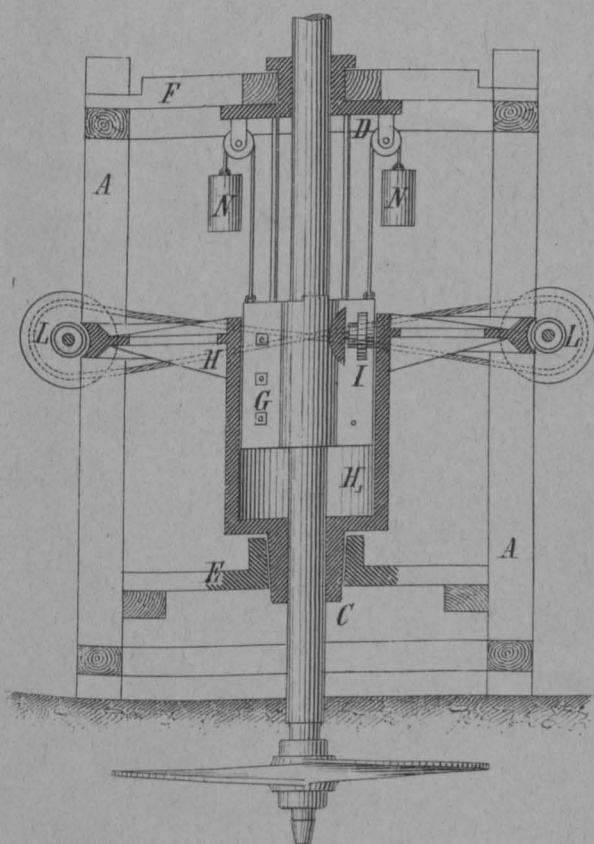
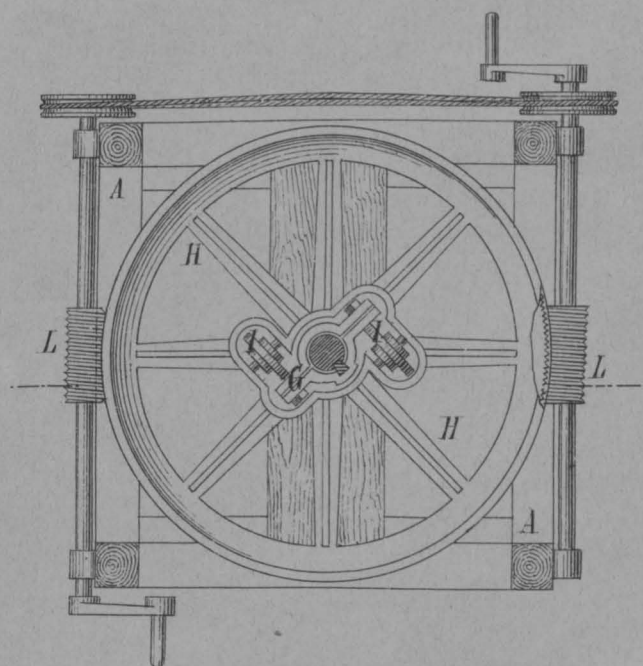


Fig. 2. Grundriss



1:30 d. nat. Gr.



Fig. 1. Seitenansicht

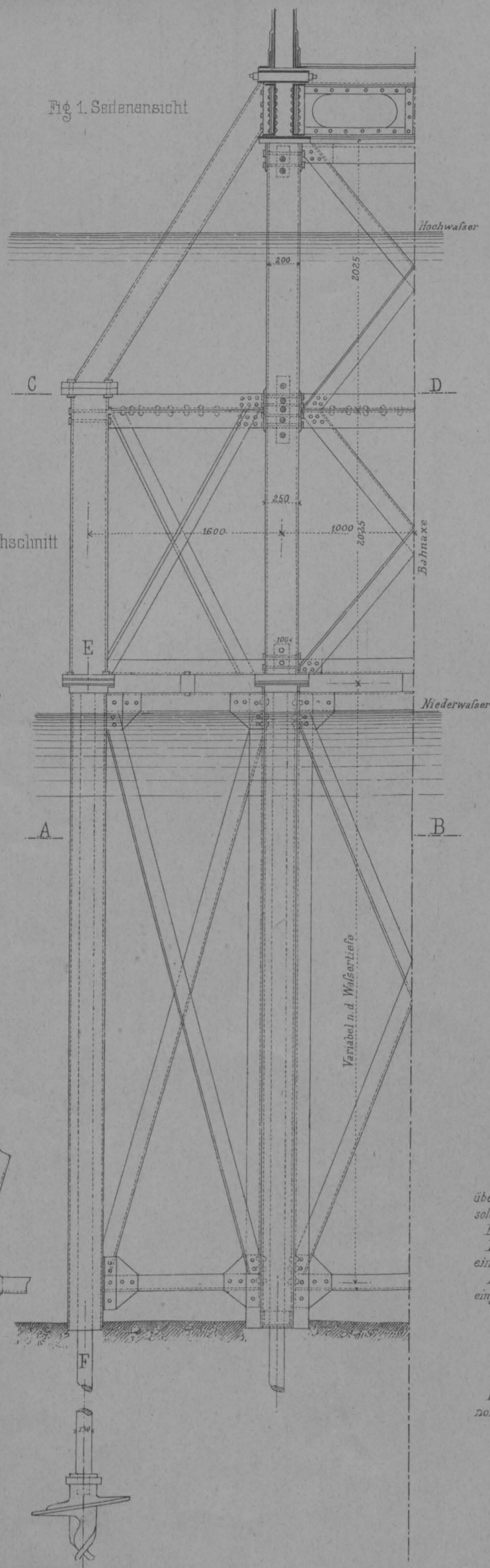


Fig. 2. Schnitt AB.

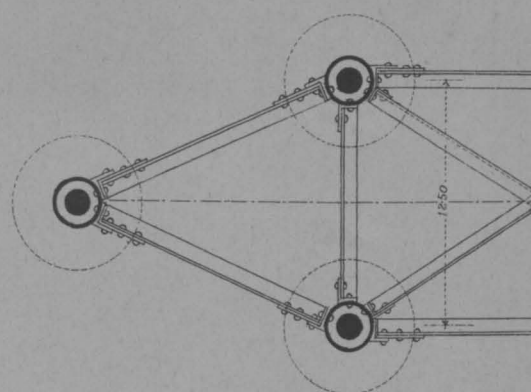


Fig. 3. Draufsicht ohne Gitterträger

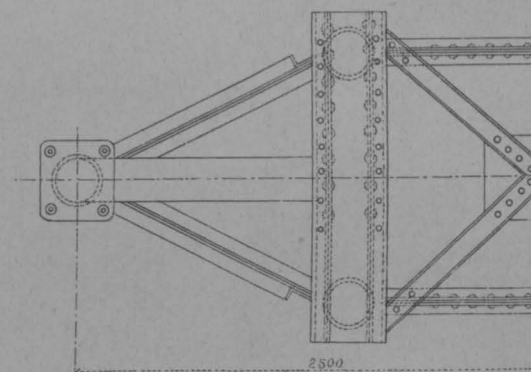


Fig. 4. Schnitt CD.

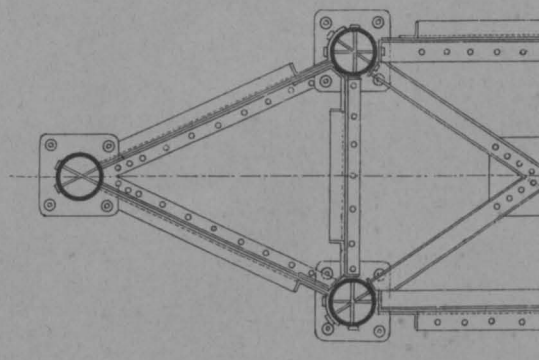
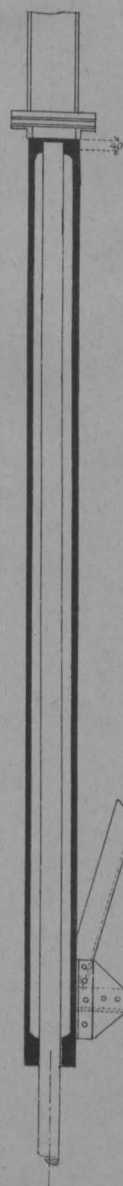


Fig. 5. Längen-Durchschnitt nach EF



Der Eisenbahnviaduct besteht aus 4 continuirlichen Trägern die über 16 Öffnungen hinwegführen und zwar beträgt die Länge eines solchen Trägers 100 Meter.

Die Entfernung je zweier Pfeiler beträgt 25 Meter.

Der Grund besteht aus feinem Flusssand, grobem Schotter und einem mit Kies gemengten Lehm.

Die Fundirung der Pfeiler geschah durch Schraubenpfähle und zwar: eingebohrt im Grund: verwendete Winden u Arbeiter: Arbeitszeit:

15 Meter.	1	32	9 Stunden
65 "	1	32	11 "
775 "	1	32	16 "
140 "	1	32	40 "
180 "	2	64	10 "

Das Einbohren der Schraubenpfähle wurde durch Winden vorgenommen.

Nietdurchmesser 40^{mm}

1:40 d. nat. Gr.

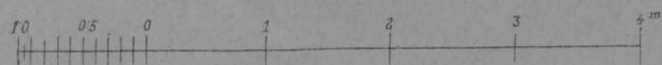
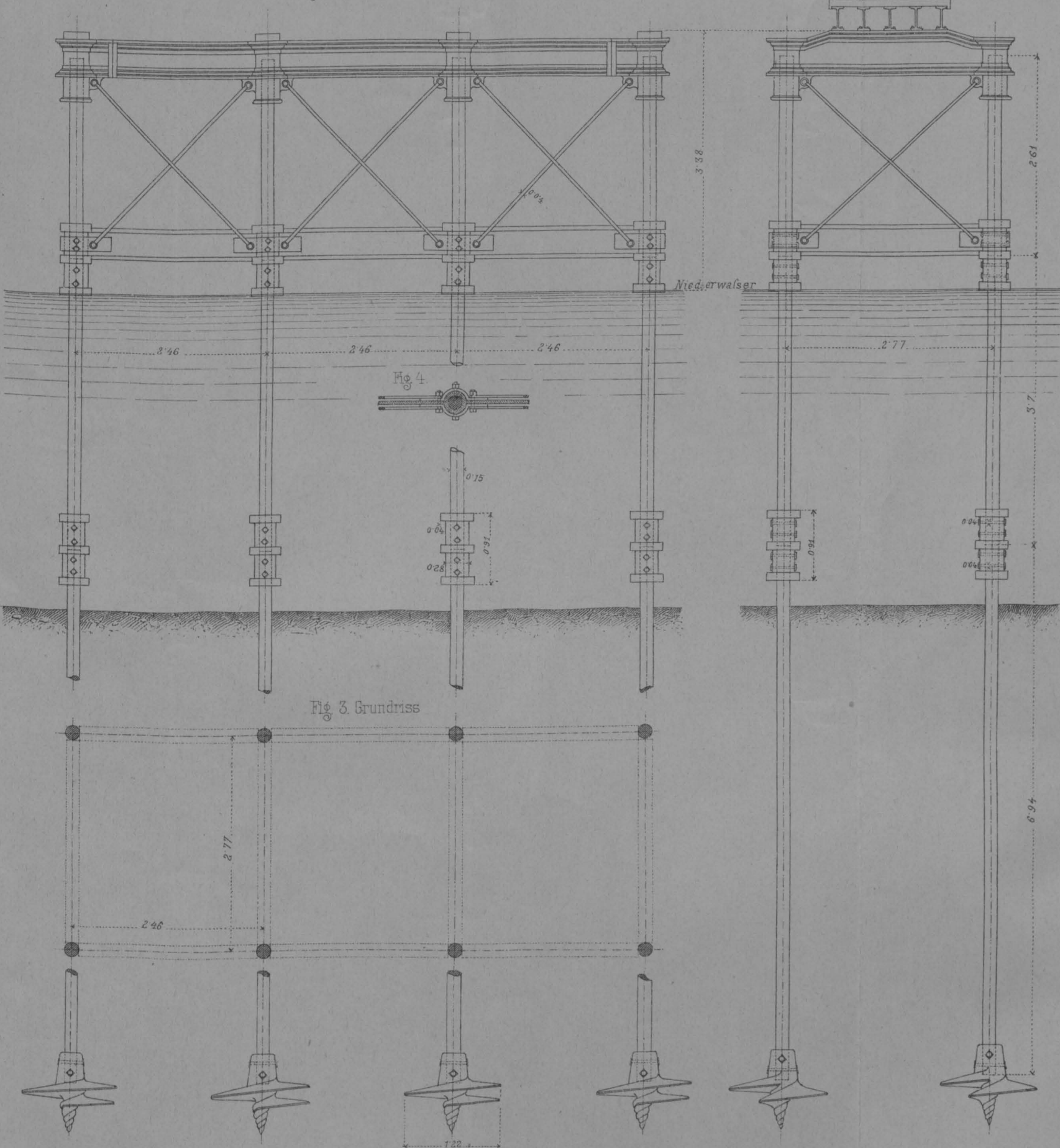
PFEILER N^o 6 DER BRÜCKE ÜBER DIE MOBILE BAY

(Mobile und Montgomery Eisenbahn)



Fig. 1 Längenschnitt

Fig. 2. Stirnansicht



1:60.

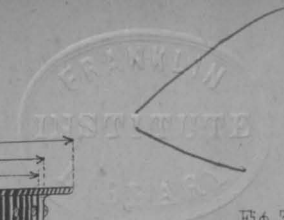
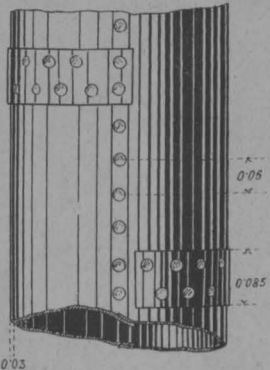
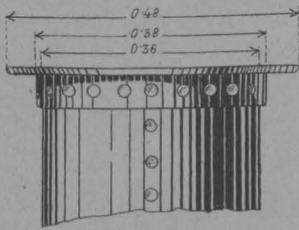
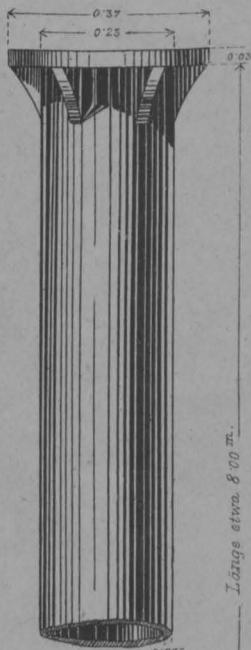
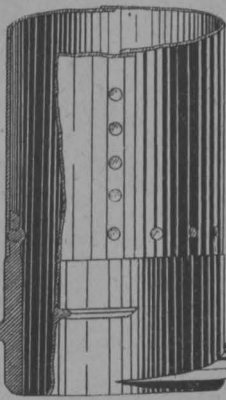


Fig. 1.



0.03

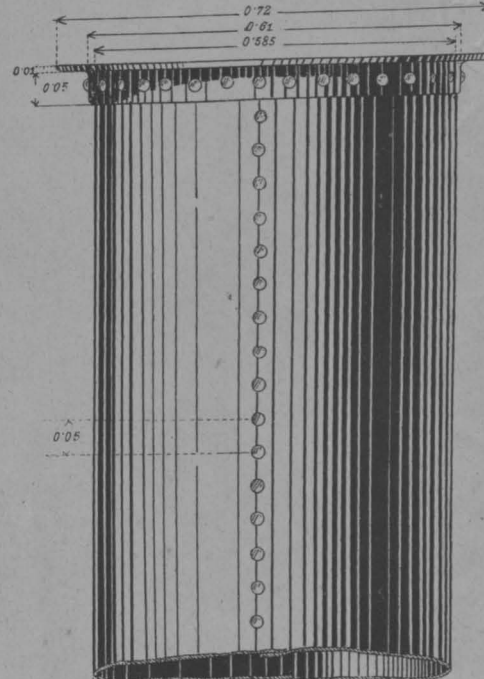


Länge etwa 8.00 m.

0.035

0.63

Fig. 2.



0.035

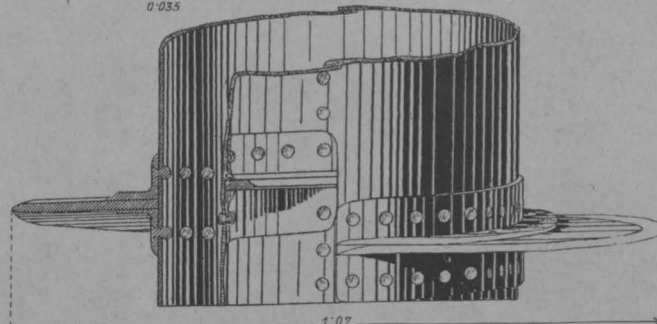


Fig. 3.

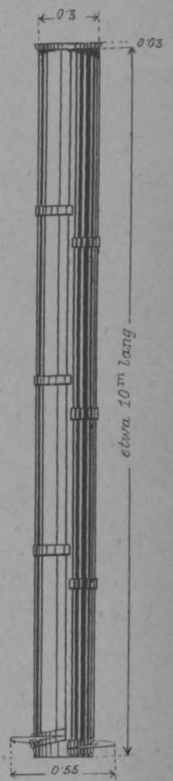


Fig. 4.

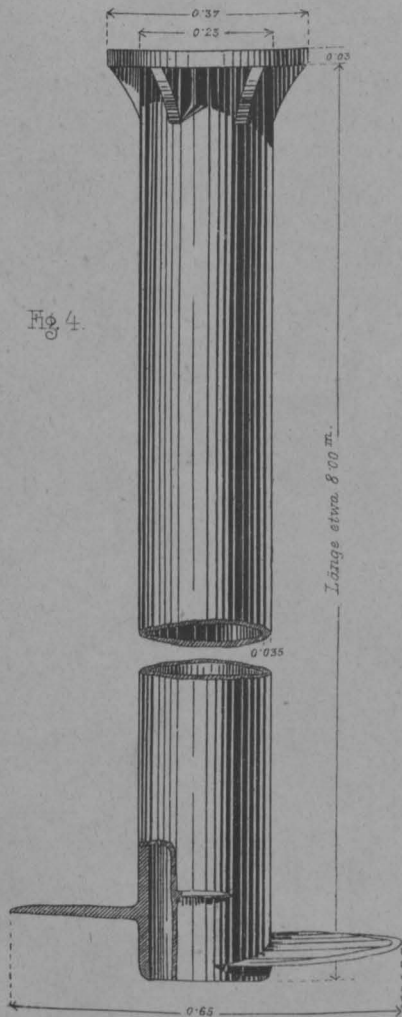
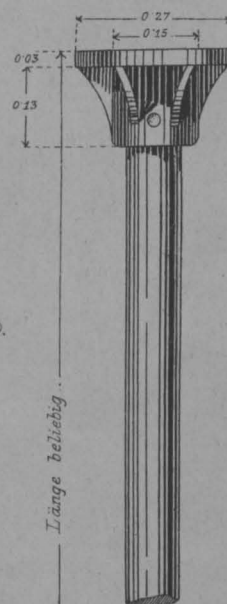


Fig. 5.



Länge beliebig

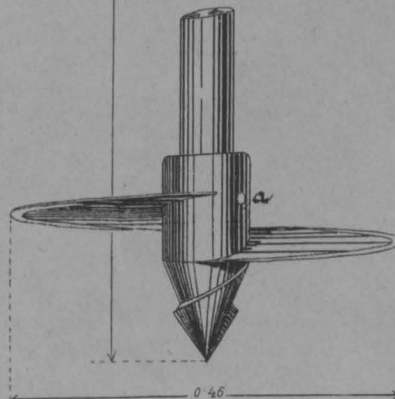
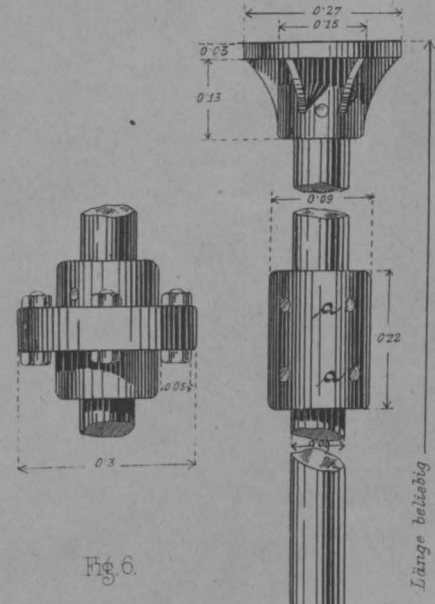
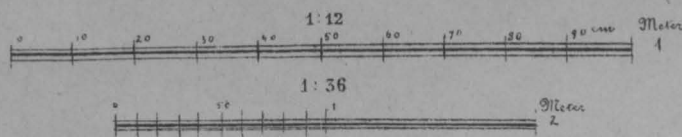
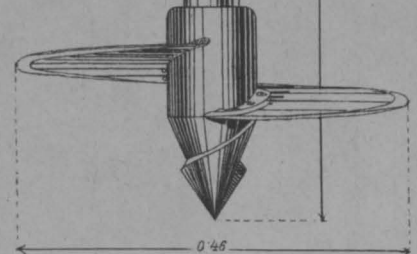


Fig. 6.

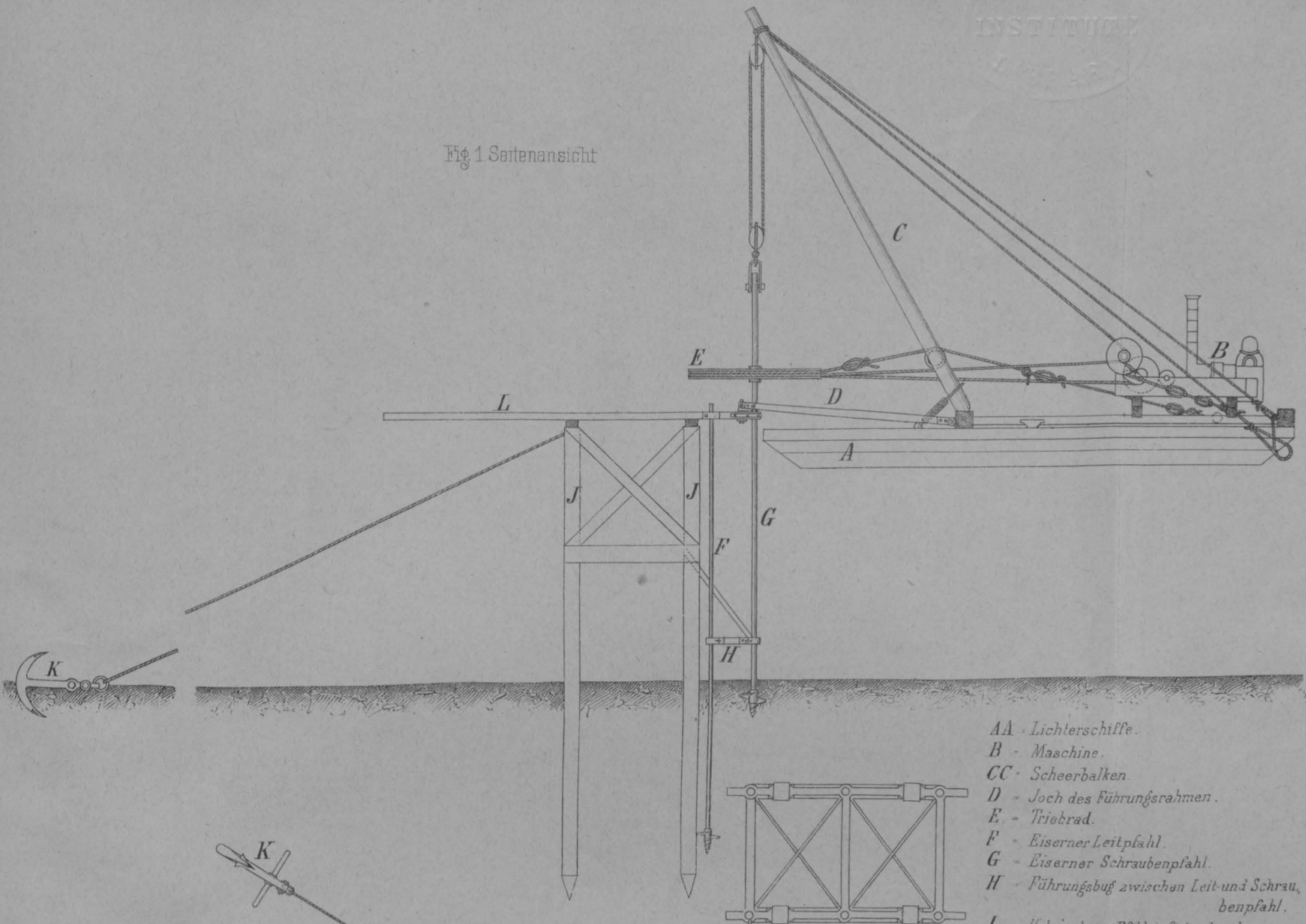


Länge beliebig



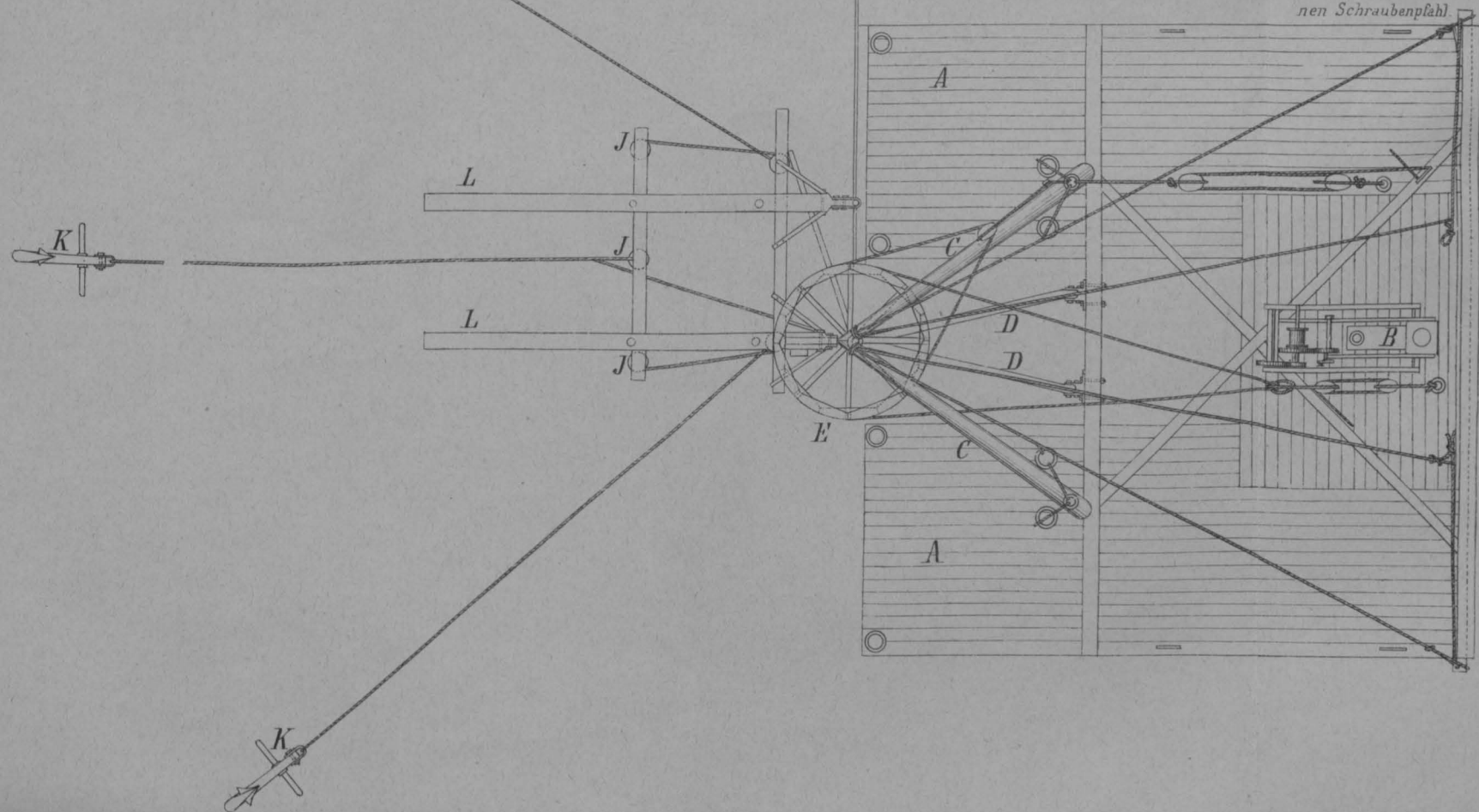
angewendet 1856 bei der Norfolk Petersburger Eisenbahn

Fig 1 Seitenansicht



- AA - Lichterschiffe.
- B - Maschine.
- CC - Scheerbalken.
- D - Joch des Führungsrahmen.
- E - Triebbad.
- F - Eiserner Leitpfahl.
- G - Eiserner Schraubenpfahl.
- H - Führungsbug zwischen Leit- und Schraubenpfahl.
- J - Holzjoch aus Pfählen fixirt durch:
- KKK - Drei Kabeln und Anker,
- LL - Zwei Leitbalken vom Holzjoch zum eisernen Schraubenpfahl.

Fig 2. Draufsicht.



Netmaschine mit Tweddel'schen Differential Accumulator

Fig. 1.

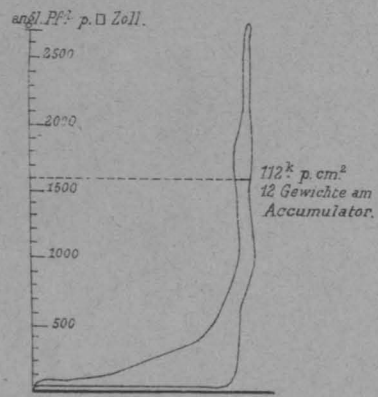


Fig. 2.

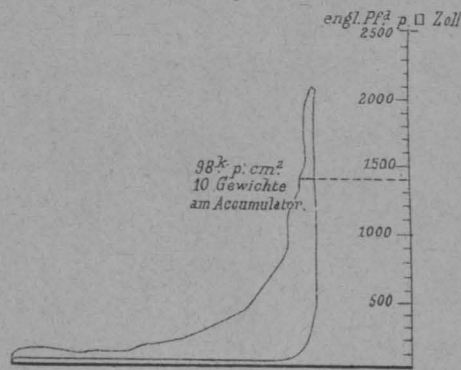


Fig. 3.

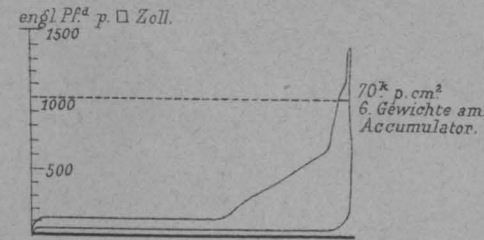
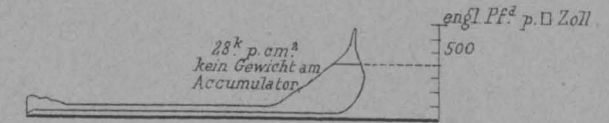


Fig. 4.



Blechstossmaschine (Lochmaschine)

Fig. 5.

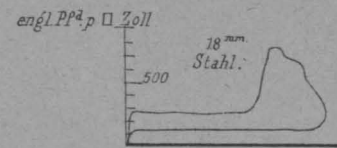


Fig. 6.

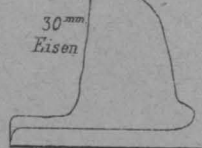
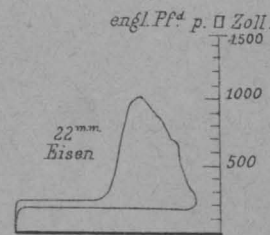


Fig. 7.



Winkelleisen Scheermaschine

Fig. 8.

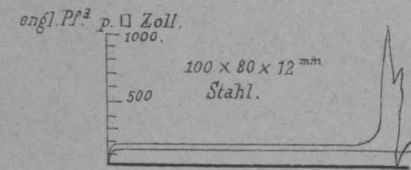
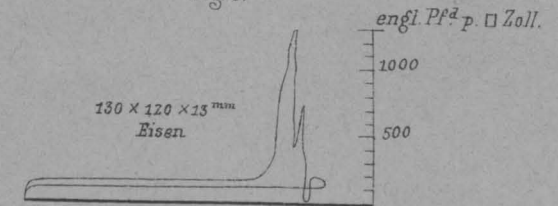


Fig. 9.



Blech Scheermaschine

Fig. 10.

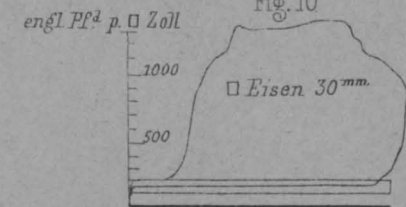


Fig. 11.

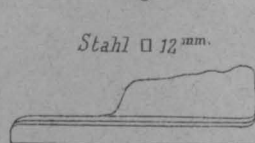
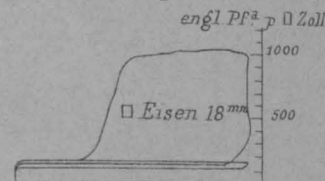


Fig. 12.



Fünf Tonnen Presse

Fig. 13.

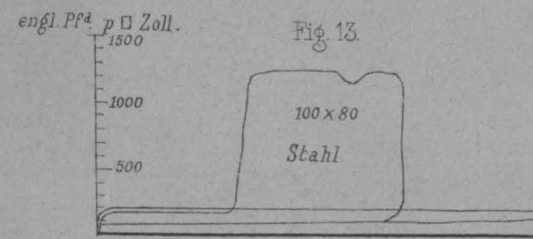
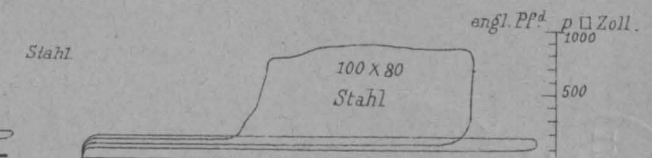
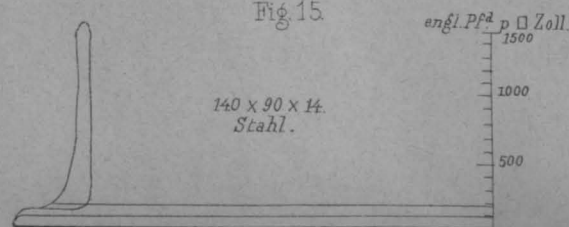


Fig. 14.



Zehn Tonnen Presse

Fig. 15.



Grosse Sankrechte Presse (600^m Hub)

Fig. 16.

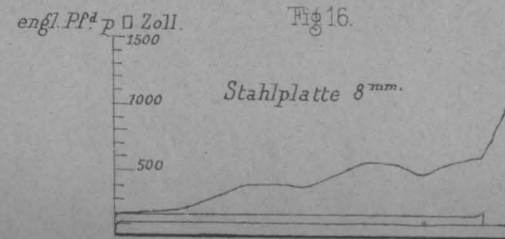
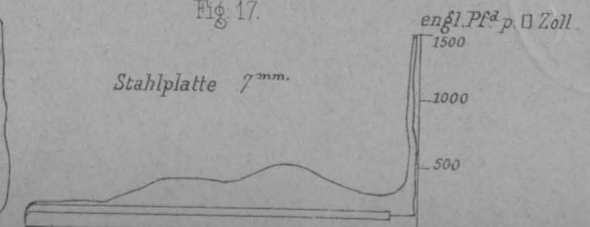
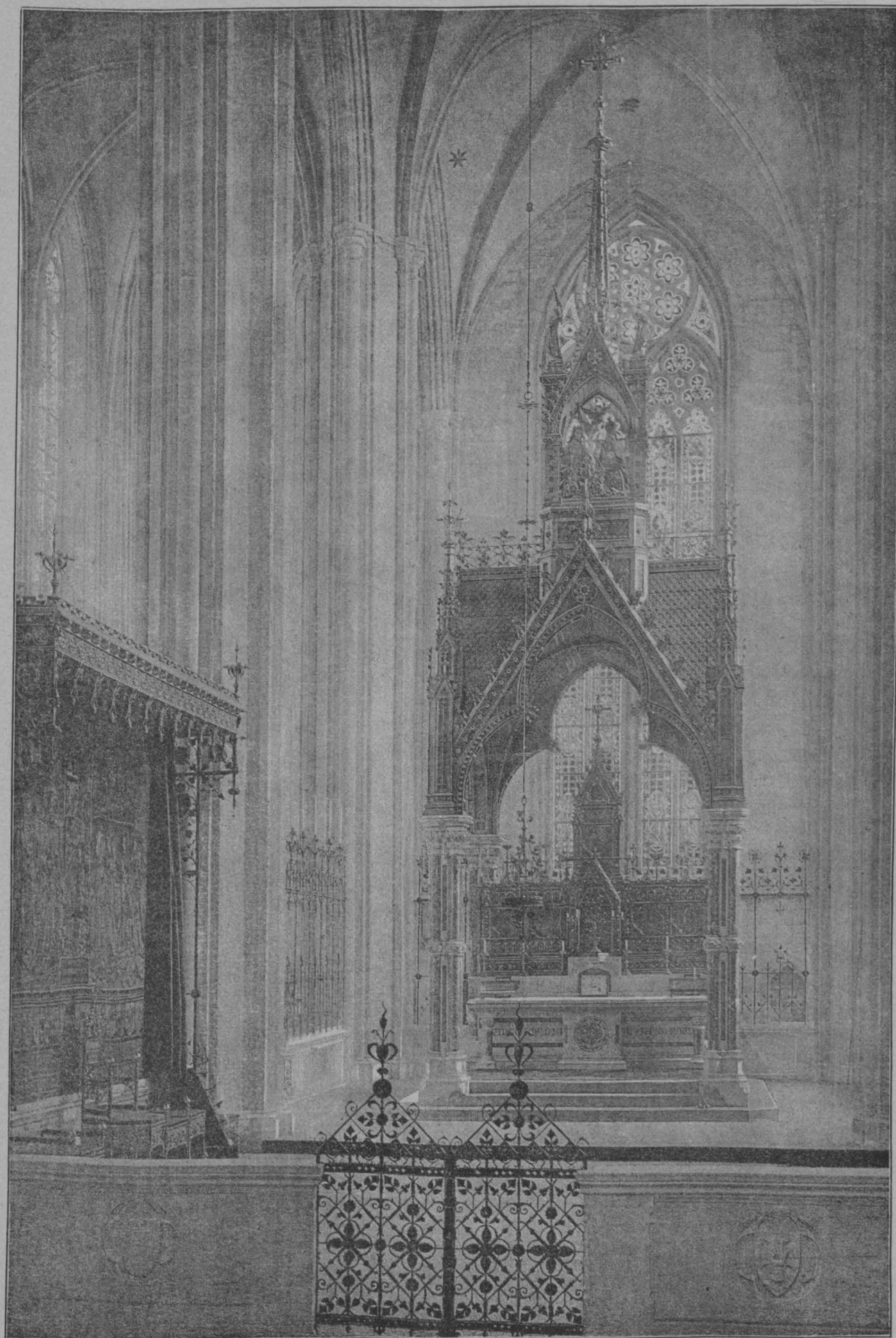


Fig. 17.



ALTAR IN DER STIFTSKIRCHE ZU HEILIGEN-KREUZ



ALTAR IN DER STIFTSKIRCHE ZU HEILIGEN-KREUZ.

